

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Ingeniera de Sistemas**

**TEMA:
PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED DE DATOS DEL GAD DE
RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, BAJO LA METODOLOGÍA
PPDIOO Y EL DISEÑO TOP-DOWN.**

**AUTORA:
LIZETH NATALY CARRERA SANTANA**

**TUTOR:
JORGE ENRIQUE LOPÉZ LOGACHO**

Quito, julio del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lizeth Nataly Carrera Santana, con documento de identificación N° 0201712734, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación con el tema: "PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED DE DATOS DEL GAD DE RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, BAJO LA METODOLOGÍA PPDIOO Y EL DISEÑO TOP-DOWN", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERA DE SISTEMAS en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



LIZETH NATALY
CARRERA SANTANA
C.I: 0201712734

Quito, julio del 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto de titulación, con el tema: “PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED DE DATOS DEL GAD DE RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, BAJO LA METODOLOGÍA PPDIOO Y EL DISEÑO TOP-DOWN”, realizado por Lizeth Nataly Carrera Santana, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio 2018



Jorge Enrique López Logacho

CI: 1712082484

Dedicatoria

“Sin Dios esto no hubiese sido posible”. Dedico este trabajo en primer lugar al señor celestial por sus bendiciones.

Con todo mi amor y cariño a mi amada madre María Mantilla quien es un ser humano maravilloso que Dios puso en mi vida al poco tiempo que nací. Por su sacrificio y su esfuerzo, porque ha trabajado de la mano conmigo en las buenas y en las malas, por creer en mí siempre, por su incondicional apoyo y por ser mi pilar más importante.

A mi amada tía Esthela Carrera a quien considero como mi madre y amiga. Una persona que siempre ha sido mi muleta, quien ha estado dispuesta ayudarme en cualquier momento, apoyando el hecho de que estudie y me supere en la vida.

A mi querido padre Jaime Carrera que a pesar de la distancia ha intentado estar junto a mí y siempre lo he sentido presente en mi vida.

A mi amado novio José Campaña por su amor incondicional, su apoyo desinteresado, quien me ha hecho sentir que siempre podré contar con él, que juntos crecemos y vamos logrando muchas cosas.

Lizeth

Agradecimiento

Agradezco este logro a Dios por su amor y bendiciones para mi familia.

A mi mami María y a mi tía Esthela quienes me han apoyado moral y económicamente.

“Gracias por ser mi inspiración, por confiar en mi capacidad, por su amor y por luchar juntas para concluir esta meta”.

A mi padre Jaime por sus esfuerzos para conmigo a pesar de la distancia.

A mi novio José quien me alentado para continuar y ser mejor siempre.

A mis primos Sixto y Cristian que con sus ocurrencias siempre han visto lo mejor para mí.

A mi querido Jorge López quien es un excelente docente, tutor, le agradezco por su amistad más allá de la universidad, por la paciencia, las palabras de apoyo cuando lo he necesitado, él sabe que su apoyo ha sido como el de un padre.

Y en general a mi familia y todas las personas que han aportado en mi camino con su apoyo, sus palabras de aliento, esto me ayudado a crecer como ser humano y luchar día a día por lo que quiero.

Esto es posible gracias a ustedes.

Lizeth

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema	1
Justificación.....	2
OBJETIVOS	3
Grupo Objetivo.	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Capítulo 1.....	4
GAD Municipal del Cantón Rio verde.....	4
1.1 Misión.....	4
1.2 Visión	4
1.3 Organigrama del GAD de Rioverde – Esmeraldas.	5
1.4 Estructura del área de Sistemas del GAD.	6
1.5 Definición del problema.....	7
1.5.1 Problemas organizacionales.	7
1.6 Justificación.....	7
1.7 Modelo Top-Down.....	7
1.8 Fases de PPDIOO.....	8
Capítulo 2.....	9
Situación actual de la red del GAD del Cantón Rioverde.	9
2.1 Análisis de estado inicial de la red	9
2.2 Requerimientos del GAD	11
2.3 Funcionalidad de la Red.....	11
2.4 Limitaciones Técnicas	12
2.5 Red física.....	13
2.5.1 Edificio Principal.....	13
2.5.1.1 Equipos disponibles de Networking.....	15
2.5.2 Edificio Administrativo.....	16
2.5.3 Edificio Bodega.....	19
2.5.4 Edificio Consejo de Derechos.	20
2.6 Cableado estructurado	21
2.6.1 Puntos de conexión de red en los edificios.	22
2.7 Cuarto de equipos.....	23
2.8 Red Lógica.	27
2.8.1 Red lógica en el cuarto de equipos.....	30
2.9 Direccionamiento IP.....	31
2.10 Enrutamiento	32
Capítulo 3.....	33
Propuesta de rediseño	33
3.1 Objetivos de rediseño de la red.	35
3.2 Diseño de la red de datos y voz.....	35
3.2.1 Acceso a Páginas Web	35
3.2.2 Descarga de archivos.....	36
3.2.3 Servicio de Mail.	36

3.2.4 Sistema informático SIG-AME.....	37
3.3 Telefonía.....	38
3.4 Diagrama lógico.	41
3.4.1 Red Local Virtual (VLANs).....	41
3.5 Servidores.....	46
3.6 Direcccionamiento Servidores.	48
3.7 ISP	49
3.8 Equipos de conectividad.....	49
3.9 Data center.....	52
3.10 Centro de equipos.....	55
3.11 Diseño Topológico.	57
3.11.1 Topología física.....	57
3.11.2 Topología Lógica.	58
3.12 Obras civiles.....	59
3.12.1 Piso falso.	59
3.12.2 Iluminación.	59
3.12.3 Puerta de seguridad	60
3.12.4 Suministro de rack.....	60
3.12.5 Equipo de energía estabilizada UPS.	61
3.12.6 Sistema de aire acondicionado.....	62
3.12.7 Sistema de detección y extinción de incendios.....	64
3.13 Cableado estructurado.	64
3.13.1 Diseño red pasiva	64
3.13.2 Distribución de los nuevos puntos de red.....	66
3.14 Propuesta del cableado estructurado.	67
3.14.1 Cableado horizontal.....	67
3.14.2 Distribución de los Racks.....	68
3.15 Costo total referencial.	71
Capítulo 4.....	73
4.1 Análisis comparativo.....	73
4.2 Análisis de Resultados	78
4.2.1 Análisis Gráfico	78
4.2.2 Análisis Estadístico	82
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES.....	84
LISTA DE REFERENCIAS	85
ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Estructura Orgánica	5
Figura 2. Estructura del área de Sistemas	6
Figura 3. Ubicación de las antenas en el cantón Rioverde.....	10
Figura 4. Red física Edificio Principal.....	13
Figura 5. Red física Edificio Administrativo.....	16
Figura 6. Red física Edificio Bodega.....	19
Figura 7. Red física Edificio Consejo de Derechos.....	20
Figura 8. Switches del municipio.....	22
Figura 9. Cuarto de equipos.....	24
Figura 10. Cuarto de equipos	26
Figura 11. Topología Lógica - direccionamiento y ubicación de quipos.....	28
Figura 12. Topología de red inicial.....	34
Figura 13. Diagrama de telefonía.....	40
Figura 14. Diagrama lógico de las vlan's.....	45
Figura 15. Propuesta de construcción del Data Center.....	52
Figura 16. Cuarto de equipos.....	54
Figura 17. Plano Data Center.....	55
Figura 18. Topología física GAD Rioverde.....	57
Figura 19. Topología lógica GAD Rioverde.....	58
Figura 20. Distribución de los Racks en cada edificio.....	69
Figura 21. Propuesta GAD Rioverde.....	72
Figura 22. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Delay del Escenario A.....	74
Figura 23. Grafica Throughput – Escenario A.....	74
Figura 24. Dropedd. Escenario A.....	75
Figura 25. Grafica Dropped – Escenario A.....	75
Figura 26. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Delay del Escenario B.....	76
Figura 27. Grafica Delay – Escenario B	77
Figura 28. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Dropped del Escenario B ...	77
Figura 29. Grafica Dropped – Escenario A.....	78
Figura 30. Gráfica Comparativa Delay	79
Figura 31. Gráfica Comparativa Data Dropped	80
Figura 32. Trafico Wireless diferente parámetros.....	81
Figura 33. Datos estadísticos Delay, escenario A.....	89
Figura 34. Datos estadísticos Delay, escenario B.....	89
Figura 35. Datos estadísticos Dropped, escenario A.....	89
Figura 36. Datos estadísticos Dropped, escenario B.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de la red del GAD Rioverde.	11
Tabla 2. Funcionalidades de la red del GAD Rioverde.	11
Tabla 3. Limitaciones técnicas de la red.	12
Tabla 4. Departamentos y aplicaciones del Edificio Principal.	14
Tabla 5. Equipos disponibles de la red.....	15
Tabla 6. Departamentos y aplicaciones del Edificio Administrativo.....	17
Tabla 7. Departamentos y aplicaciones Edificio Bodega.....	20
Tabla 8. Departamentos y aplicaciones edificio Consejo de Derechos.	21
Tabla 9. Puntos de conexión total de los edificios.....	22
Tabla 10. Direccionamiento de los equipos de la red.	27
Tabla 11. Antenas Ubiquiti GAD Municipio Rioverde.	29
Tabla 12. Servidores GAD Rioverde.	30
Tabla 13. Direccionamiento IP.	31
Tabla 14. Servidor DHCP.....	32
Tabla 15. Objetivos técnicos.....	35
Tabla 16. Extensiones telefónicas por departamento.....	38
Tabla 17. Vlan Alcaldía.....	42
Tabla 18. Vlan Sig-ame.....	42
Tabla 19. Vlan Telefonía.....	43
Tabla 20. Vlan Servidores.....	43
Tabla 21. Vlan Impresoras.....	44
Tabla 22. Vlan Empleados.....	44
Tabla 23. Equipos de Servidores.....	46
Tabla 24. Proveedores de Servidores.....	47
Tabla 25. Capacidad de ejecución.....	48
Tabla 26. Direccionamiento servidores.....	48
Tabla 27. Comparación ISP CNT y Telconet.....	49
Tabla 28. Marcas de equipos de conectividad.	49
Tabla 29. Marca de equipos.	50
Tabla 30. Equipos activos.	56
Tabla 31. Especificaciones técnicas chasis HP r2000.....	56
Tabla 32. Requerimientos de iluminación.	59
Tabla 33. Detalle puerta de seguridad.....	60
Tabla 34. PDU modelo AP 7802B.....	60
Tabla 35. UPS APC modelo SYA4K8I.	61
Tabla 36. Especificaciones AS12TUBAN anticorrosión 12000BTU/hr.	63
Tabla 37. Fabricantes de cableado estructurado.	65
Tabla 38. Puntos de red Datos.....	66
Tabla 39. Propuesta puntos de Voz.....	66
Tabla 40. Materiales de cableado estructurado horizontal.....	69
Tabla 41. Materiales de cableado estructurado vertical.	70
Tabla 42. Costo total.....	71
Tabla 43. Varianza y Desviación Estándar.....	82
Tabla 44. Ecuación de la Varianza.....	88
Tabla 45. Ecuación de la Desviación Media.....	88

Resumen

Este proyecto de titulación pretende plasmar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, proponiendo el rediseño de la red de datos del municipio de Rioverde cantón de la provincia de Esmeraldas, que permitirá guardar la información y los recursos informáticos ante posibles robos o catástrofes.

El rediseño permite sustituir el cuarto de datos alojado en el edificio Principal por un data center que se construirá en el edificio Administrativo. El data center tendrá un espacio adecuado para equipos y servidores de almacenamiento de datos, ventilación, cableado estructurado, sistemas de seguridad, suministro eléctrico, estas consideraciones basadas en la norma ANSI/EIS/TIA 569. Dentro del rediseño se propone que los equipos de core, de distribución y de acceso se cambie por equipos de marca CISCO.

A nivel lógico con el rediseño se mejorará la disponibilidad de recursos, la redundancia y permitirá mitigar fallos y vulnerabilidades de seguridad lo que proporcionará al municipio una red de datos que brinde confiabilidad a la información.

Se propone también la incorporación del servicio de VoIP con software libre basado en Asterisk como central telefónica. Todo esto es simulado mediante el programa Opnet donde realiza un análisis del escenario inicial de la red del municipio y el escenario propuesto de mejora permitiendo verificar que la propuesta es sostenible y sustentable.

Abstract

This project has as an objective to represent the knowledges obtained along my career, proposing the redesign of the data network of the Rio Verde's municipality canton of the Esmeraldas's province that will allow to save information and the informatics resources against possible thefts or catastrophes.

The redesign allows replace the room of the data located in the main building by a data center that will be build in the administrative's building. The data center will have a suitable place for equipment and data storage serves, ventilation, structured cabling, security system, electric supply, these considerations are based in the norm ANSI/EIS/TIA569 within the redesign it is proposed that the equipment of core distribution and access be change by equipment of cisco brand.

At a logical level with the redesign it will be improve the availability of resources, the redundancy and it will allow to moderate failures and vulnerabilities of security, which will provide to the municipality data network that give reliability to the information.

It is also proposed the incorporation of VOIP service with software free, based in asterisk as a central telephone. All of this is simulated through the program opnet where perform an analysis of the initial scenario of the municipality's net and the scenario proposed of improve, allowing check that the proposal is sustainable.

INTRODUCCIÓN

Problema

El GAD Municipal de Rioverde situado en la provincia de Esmeraldas al contar con información política, administrativa y financiera, no garantiza el buen funcionamiento tanto organizacional como tecnológico de los servicios y aplicaciones siendo esto un problema en la disponibilidad de la red provocando vulnerabilidades de seguridad, los problemas organizacionales se presentan a causa de no manejar un modelo de red bajo los estándares adecuados para su funcionamiento, por otro lado, no se definen políticas de seguridad al personal técnico y administrativo que limiten el mal uso de los recursos informáticos.

El diseño de red de datos no siguió un modelo formal que garantice el funcionamiento y gestión de la misma, el cual incumple con las normas y los estándares internacionales, otro punto importante es la ausencia de políticas de seguridad ya que no se han establecido lineamientos generales que establezcan el uso de los recursos y servicios informáticos en el GAD, la capacidad de ancho de banda, implementación de redundancia en el centro de datos e implementación de un protocolo, mantenimiento de equipos, implementación de servidores, QoS y una mejor velocidad de transmisión de la información.

No se ha definido una Zona Desmilitarizada (DMZ) en la que se coloquen los servicios públicos del municipio, ni se ha establecido un área de red que permita la gestión centralizada.

Justificación

El proyecto justifica su desarrollo al proponer el rediseño la red de datos del GAD del municipio de Rioverde para mejorar prestaciones de administración, monitoreo, seguridad, escalabilidad, manejo de sistemas en tiempo real, sistemas de redundancia, QoS y la optimización del ancho de banda para la transmisión de datos permitiendo reducir la probabilidad de caídas de aplicaciones de alta prioridad y a su vez disminuir los posibles ataques asegurando la confidencialidad de la documentación.

El rediseño del data center es fundamental, se reestructurará por completo según las normas técnicas internacionales ya que al momento es una parte dentro del departamento de sistemas separado por una puerta de vidrio sobrepuesta, no cumple con ninguna norma o estándar internacional y no garantiza la optimización de los recursos, de esta manera el GAD tendrá una mejor organización.

Cableado estructurado es un punto muy importante ya que en la red actual los departamentos acceden con cables al switch más cercano y se conectan, se realizará cambios en los edificios, en la distribución de trabajo, el cableado de climatización, etc, permitiendo la integración de los servicios.

OBJETIVOS

Grupo Objetivo.

Este proyecto va dirigido principalmente al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rioverde, esto incluye tanto a los empleados y trabajadores que brindan sus funciones en dicha institución, como a la comunidad del Cantón Rioverde.

Objetivo general

Proponer el rediseñar la red de datos del GAD municipal de Rioverde, mediante el método PPDIIOO bajo el diseño TOP-DOWN.

Objetivos específicos

Analizar el estado inicial de la red de datos del GAD del Municipio de Rioverde, los servicios e infraestructura tecnológica en busca de fallos y vulnerabilidades de seguridad.

Generar la propuesta de rediseño en base a las metodologías PPDIIOO para mejorar el desempeño de procesos y manejo de la información.

Simular la red propuesta y analizar los resultados obtenidos para solventar los problemas actuales y presentar una solución sostenible.

Realizar el análisis de factibilidad técnica y económica para justificar el rediseño de la red de datos propuesta.

Capítulo 1

GAD Municipal del Cantón Rio verde.

1.1 Misión

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rioverde – Provincia Esmeraldas, avanza con el liderazgo que promueve el desarrollo humano razonable, adjudicando a la comunidad servicios de calidad, mediante la participación activa de la ciudadanía, el propósito es alcanzar una gestión eficiente y participativa, aportar al bienestar material, espiritual y calidad de vida de sus habitantes, garantizando que los recursos sean utilizados de modo eficaz y transparentes, es cumplimiento del objetivo vivir. (Quiroz Patta, 2017).

1.2 Visión

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rioverde – Provincia de Esmeraldas, cumpliendo con las leyes, la participación activa de la ciudadanía y la planificación relacionada con los diferentes niveles de gobierno, alcanzara a posesionarme como el motor del progreso cantonal y provincial. (Quiroz Patta, 2017).

1.3 Organigrama del GAD de Rioverde – Esmeraldas.

Estructura del Gad de Rioverde.

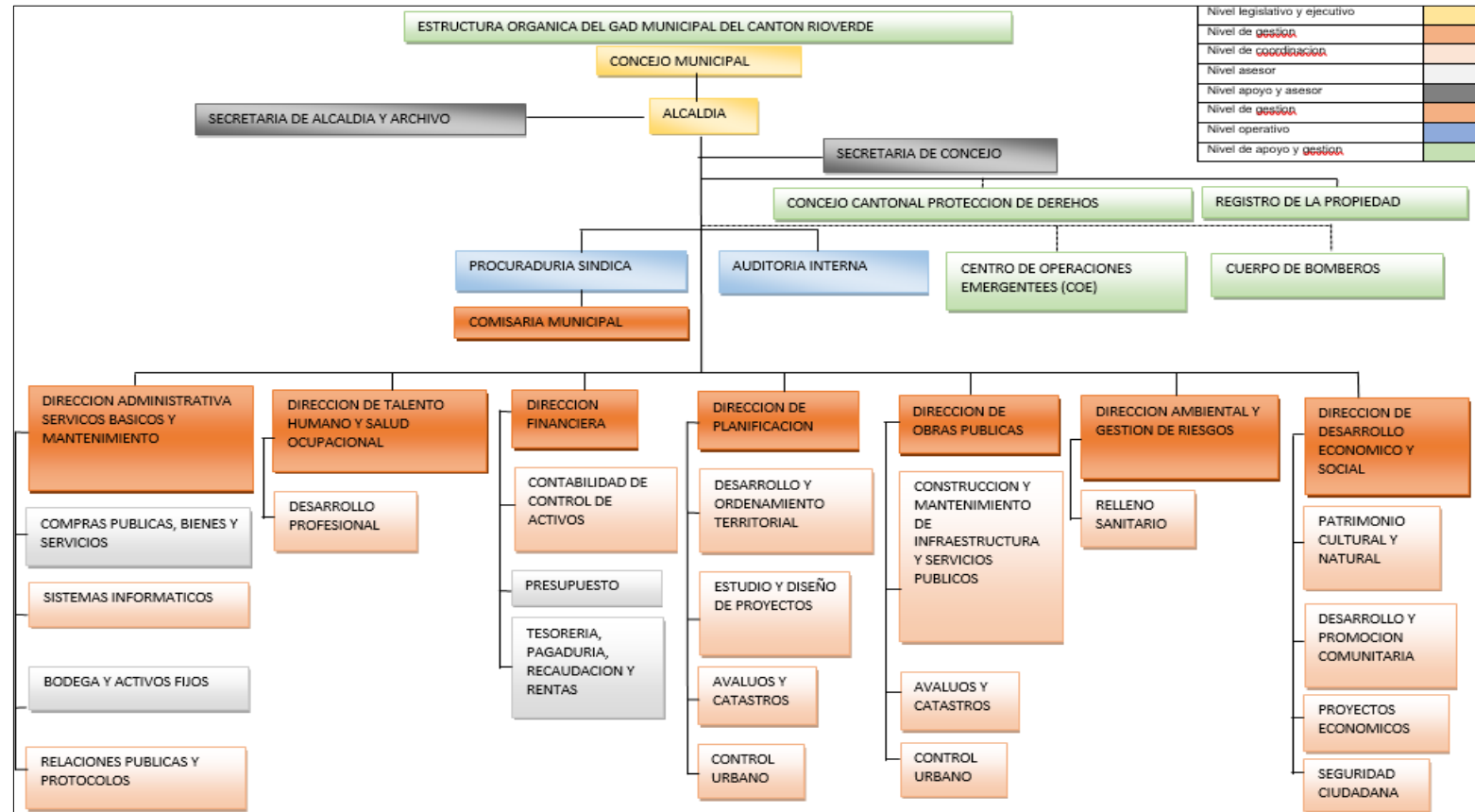
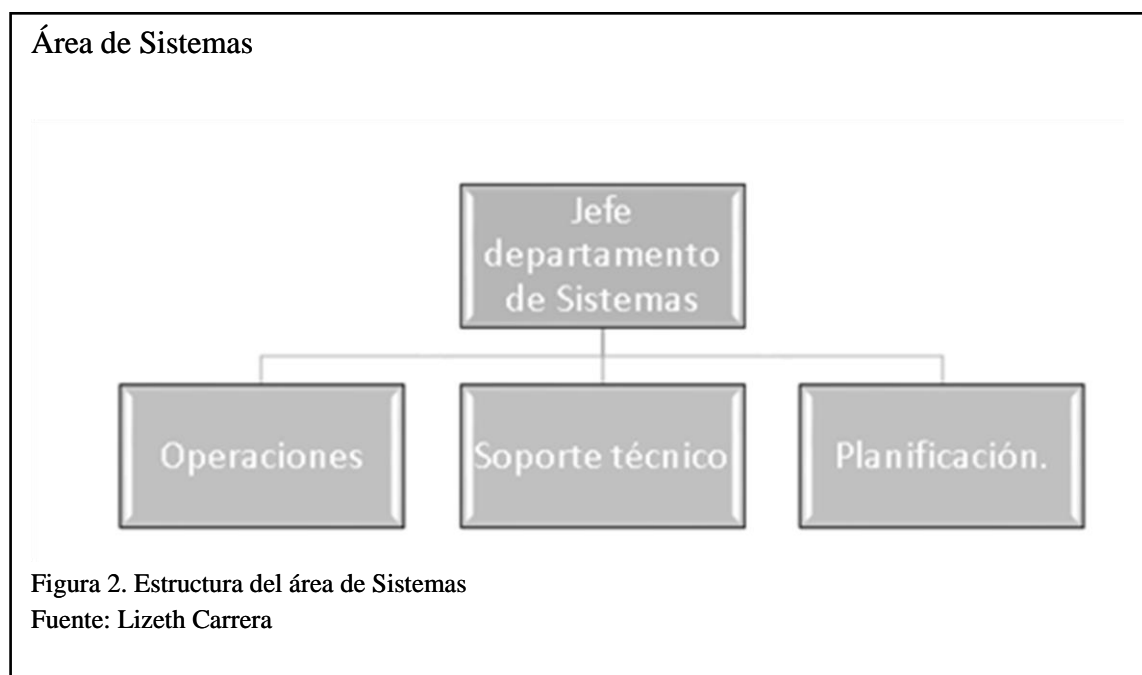


Figura 1. Estructura Orgánica

Fuente: Departamento de Talento Humano GAD Municipio de Rioverde.

1.4 Estructura del área de Sistemas del GAD.

El área de Sistemas tiene como misión proveer de soluciones y servicios informáticos a la Alcaldía del municipio de Rioverde con el fin de atender y dar solución a las necesidades de la comunidad apoyando a la ejecución de procesos internos y externos como trámites legales, de catastros, financieros, pago de predios, escritura y a su vez promover el desarrollo tecnológico en la Alcaldía del municipio.



El jefe del área de Sistemas del GAD es el encargado de realizar copias de seguridad de la información relevante de la Institución, determinar procedimientos de uso de software y hardware, de instalar equipos, programas, aplicaciones y de mantener el correcto funcionamiento de la red. (Rioverde, 2015)

1.5 Definición del problema.

1.5.1 Problemas organizacionales.

La Institución no tiene políticas de gestión hacia el desarrollo del área informática ya que el diseño de red de datos no siguió un modelo jerárquico que garantice el funcionamiento y gestión de la misma, además no se ha establecido lineamientos generales del uso de los recursos y servicios informáticos en el GAD.

1.5.2 Problemas tecnológicos.

La red no está bajo los criterios de diseño por lo que se determina que no presta los requisitos de funcionalidad, disponibilidad, redundancia, escalabilidad, rendimiento, capacidad de gestión, eficiencia y seguridad.

1.6 Justificación.

La red de datos del GAD del Municipio actualmente presenta problemas de seguridad, no cumple con una estructura jerárquica acorde al modelo de negocio, no cuenta con niveles de redundancia, el cuarto de máquinas no tiene una estructura física ordenada, el cableado estructurado varía entre categorías 4, 5 y 6, lo que conlleva a una baja eficiencia en el funcionamiento de la red y un potencial riesgo de seguridad, por lo que es necesario rediseñar la red de datos en busca de mantener operativos todos los procesos y tramites que el municipio brinda a los ciudadanos.

1.7 Modelo Top-Down.

Diseño Top-Down simplemente significa comenzar el diseño de la capa superior del modelo OSI y trabajar hacia abajo. Diseño Top-Down adapta la red y la infraestructura física a las necesidades de la aplicación de la red. Con un enfoque de arriba hacia abajo, no se seleccionan los dispositivos de red y tecnologías hasta que se analizan los

requisitos de las aplicaciones. Para completar un diseño de arriba hacia abajo (Megabolsa.com, 2015).

1.8 Fases de PPDIOO.

- **Prepare**
Establece los requisitos de negocio y organización, desarrolla una estrategia de red y propone una arquitectura de alto nivel.
- **Plan**
Identifica los requisitos de red mediante la caracterización y evaluación de la red y la realización de un análisis de la deficiencia.
- **Diseño**
Provee de alta disponibilidad, fiabilidad, seguridad, escalabilidad y rendimiento.
- **Implementación**
Instalación y configuración de nuevos equipos.
- **Operación**
Operaciones de red del día a día
- **Optimizar**
Gestión de red pro-activa y modificaciones en el diseño (Walter, 2008).

Capítulo 2

Situación actual de la red del GAD del Cantón Rioverde.

2.1 Análisis de estado inicial de la red

Rioverde es un cantón de la municipalidad de la provincia de Esmeraldas – Ecuador, se encuentra a siete horas de la ciudad de Quito.

La red del municipio se entrelaza por cuatro edificios, el edificio Principal y el edificio Administrativo se encuentran ubicados en la cabecera cantonal, el edificio de Bodega se encuentra a 100 metros del edificio Principal y el edificio de Consejo de Derechos se encuentra en Palestina. La comunicación entre edificios se realiza mediante antenas Ubiquiti Nanostation M5 y Ubiquiti Nanostaion Loco M2 de las cuales seis antenas se encuentran en la cabecera de Rioverde, la séptima antena se encuentra en el poblado de Palestina que está pasando el rio con el nombre del mismo cantón.

En la figura 3, se muestra una fotografía tomada desde el arie obtenida de Internet donde se coloca la ubicación de las antenas sobre los edificios del canton de Rioverde.

Canton Rioverde.



Figura 3. Ubicación de las antenas en el cantón Rioverde
Fuente: Lizeth Carrera

2.2 Requerimientos del GAD

En la tabla 1, se detalla los requerimientos con los que actualmente el GAD trabaja y la sugerencia a tomar en cuenta al momento que se realiza la propuesta de rediseño.

Tabla 1. Objetivos de la red del GAD Rioverde.

Requerimientos	Información	Sugerencias
Implementar seguridad y confidencialidad.	Mediante scripts y auditorías validar la información real.	Definir la administración mediante módulos.
Eficiencia	Análisis de capital	Reducción de costo sin bajar la productividad.
Calidad de atención al cliente	Encuestas en tiempo real. (IVR)	Indicadores mediante Clic View
Añadir nuevos servicios al cliente.	Se acercan de forma presencial a las diferentes ventanillas.	Solicitudes basadas en Web.

Nota: Tabla de requerimientos de los objetivos.

2.3 Funcionalidad de la Red

En la tabla 2, se detalla características de la red y el análisis encontrado en cada una de ellas.

Tabla 2. Funcionalidades de la red del GAD Rioverde.

Descripciones	Análisis
Funcionalidad	Hay problemas continuos al no soportar los requerimientos que tiene el GAD.
Disponibilidad	Conexiones en tiempo real.
Escalabilidad	Problemas al realizar expansiones en áreas de crecimiento.
Rendimiento	No hay un adecuado análisis de la red donde se observe tipos de pérdida, de paquetes, tiempos de respuesta, capacidad y carga.

Capacidad de Gestión	Falta de control, monitoreo y detección de fallas en las diferentes aplicaciones.
----------------------	---

Nota: Análisis de las funcionalidades de la red.

2.4 Limitaciones Técnicas

Dentro de las limitaciones técnicas encontradas la más alarmante es el ancho de banda de salida al internet que es de 10 Mbps el cual debe abastecer la demanda de todos los departamentos del municipio. Las limitaciones encontradas en la red se las detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Limitaciones técnicas de la red.

Limitaciones Técnicas	Características	Solución.
El cableado estructurado es híbrido en algunos departamentos además han cumplido con su ciclo de vida útil.	Cat 5, Cat 6.	Categoría 6/ Clase EA
No hay porta etiquetas con protector transparente de acrílico en el cableado estructurado.	Categoría 6/ Clase EA	Etiquetar el cableado horizontal y la barra principal de puesta a tierra.
Ancho de Banda	Enlace de ADSL 10Mbps	Cambiar a un enlace por fibra óptica

Nota: Tabla de limitaciones técnicas.

2.5 Red física

2.5.1 Edificio Principal.

El edificio Principal está ubicado en la cabecera cantonal del municipio, cuenta con 10 departamentos: Turismo, Auditoría Interna, Relaciones Públicas, Sistemas, Obras Públicas, Equidad de Género, Seguridad Ciudadana, Planificación, Talento Humano y Procuraduría.

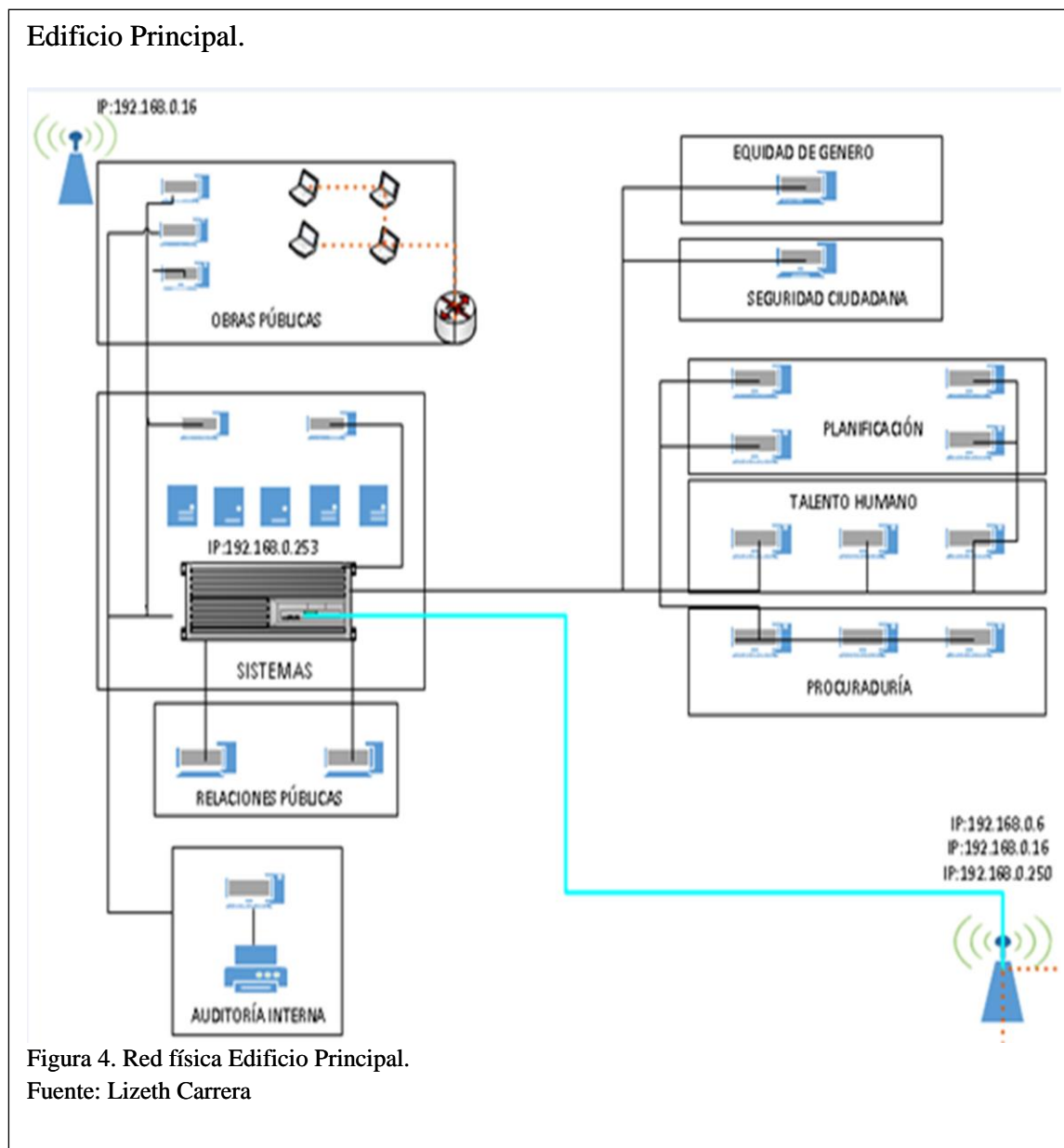


Figura 4. Red física Edificio Principal.
Fuente: Lizeth Carrera

En la tabla 4, se detallan el número de usuarios y equipos por departamento; a su vez la velocidad de transmisión, aplicaciones utilizadas, el tipo de sistema operativo, la capacidad de la memoria RAM y la capacidad del disco de almacenamiento de cada uno ellos.

Tabla 4. Departamentos y aplicaciones del Edificio Principal.

Departamento	Usuario	Aplicaciones	Capacidad NIC	RAM	Disco	Procesador
Turismo	1	Office	10/100/1000 Mbps	4GB	500GB	32 bits
Auditoría Interna	1		10/100Mbps	4GB	500GB	32 bits
Relaciones Públicas	1	Sony Vega/ Abode Premiere	10/100Mbps	4GB	320GB	32 bits
	1		10/100/1000 Mbps			
Sistemas	2	Adobe/Autocad / qgis/Office	10/100/1000 Mbps	8GB	1T	64 bits
Obras Públicas	6	Office/ AutoCAD	10/100/1000 Mbps	8GB	1T	64 bits
Equidad de Género	1	Office	10/100/1000 Mbps	2GB	320GB	32 bits
Seguridad Ciudadana	1		10/100/1000 Mbps	2GB	500GB	32 bits
Planificación	3		10/100/1000 Mbps	8GB	1T	64 bits
	1		10/100Mbps			
Talento Humano	2		10/100Mbps	2GB	500GB	32 bits
	1		10/100/1000 Mbps			
Procuraduría	2		10/100/1000 Mbps	4GB	500GB	32 bits
	1		10/100Mbps			
Total equipos	25					

Nota: Detalle de servicios por departamento.

El área de Sistemas (que básicamente es un cuarto de equipos) cuenta con un switch Trendnet de 48 puertos que transmite a velocidades de transmisión de 10/100/1000Mbps. En esta área se encuentran 5 servidores que son: 2 HP Proliant ml 110g9, 2 HP Proliant ml350 g5 y g6 y un Clone que transmite a velocidades de 10/100/1000 Mbps conectados mediante cableado categoría 6.

El departamento de Obras públicas cuenta con 6 dispositivos de los cuales 2 son Pc's que transmiten a velocidades de transmisión de 10/100/1000 Mbps conectados mediante un router Trendnet que transmite a velocidades de 10/100/1000 Mbps y 4 laptops conectadas inalámbricamente.

En el departamento de Auditoría Interna hay una impresora con una velocidad de transmisión de 10/100 Mbps.

2.5.1.1 Equipos disponibles de Networking

En la tabla 5, se detallan los equipos activos que gestionan la red, los mismos que se encuentran sin ningún tipo de seguridad ni protección eléctrica estando propensos a posibles daños.

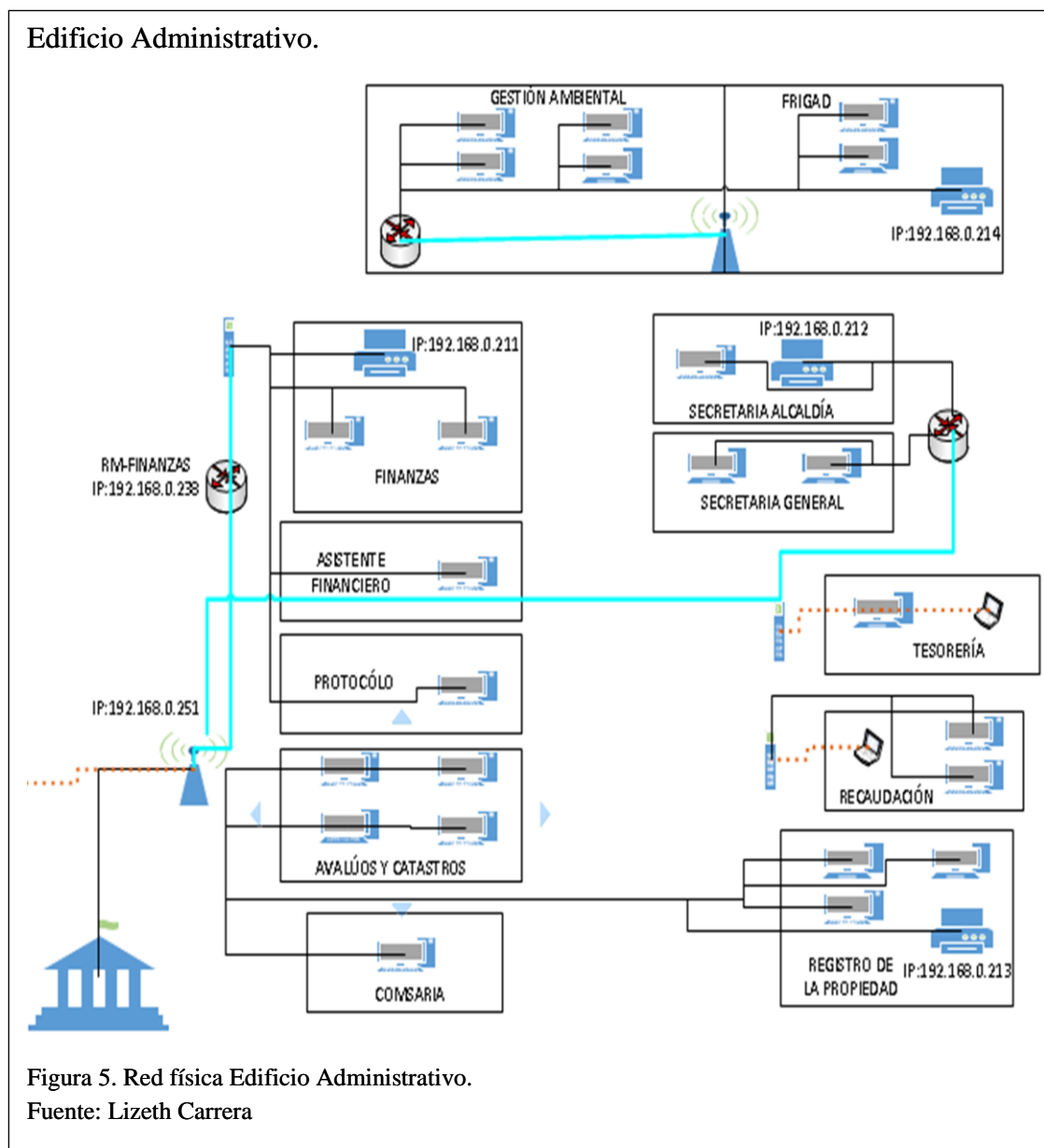
Tabla 5. Equipos disponibles de la red.

Dispositivo	Marca	Modelo	Administrable
Router Trendnet	Trendnet	E691	SI
Router CNT	Cisco	-	SI
Router /firewall	Microtik	Ccr1016	SI
Switch (48)	Trendnet	TEG-448WS	SI

Nota: Equipos de la red.

2.5.2 Edificio Administrativo.

El edificio Administrativo está ubicado en la cabecera cantonal de Rioverde cuenta con 10 departamentos: Finanzas, Asistente Financiero, Protocolo, Secretaria de Alcaldía, Secretaria General, Tesorería, Recaudación, Registro de la Propiedad, Comisaria, Avalúos y Catastros, Gestión Ambiental y FRIGAD.



Existe un total de 35 usuarios con 35 computadoras dentro del edificio Administrativo, de las cuales 2 son laptops y 33 Pc's de escritorio.

Los departamentos de finanzas, asistente financiero, tesorería, recaudación, catastros y avalúos trabajan con 3 aplicaciones que manejan procesos y trámites los cuales son:

SIG-AME: sistema orientado al manejo de las tareas de gestión y análisis de los gobiernos autónomos descentralizados con el objetivo de agilizar las tareas obligatorias de los empleados del municipio proporcionando seguridad en el manejo de las operaciones de cada área.

CABILDO: sistema que permite interconectarse con aplicaciones de otras municipalidades del Gobierno Central.

SITAC: sistema para la emisión de documentos online autorizados por el SRI.

En la tabla 6, se detalla el número de usuarios y equipos por departamento, velocidad de transmisión, tipo de sistema operativo, la capacidad de la memoria RAM y la capacidad del disco de almacenamiento de cada uno de ellos.

Tabla 6. Departamentos y aplicaciones del Edificio Administrativo.

Departamento	Usuario	Aplicaciones	Capacidad NIC	RAM	Disco	Procesador
Finanzas	6	SIGAME/ CABILDO/SITA C	10/100/100 0 Mbps	4GB	320G B	32 bits
Asistente Financiero	1	SIGAME/ CABILDO/SITA C	10/100/100 0 Mbps		500G B	
Protocolo	1	Office	10/100Mbps		320G B	
Secretaría de Alcaldía	1		10/100/100 0 Mbps			
Secretaria General	1	ALFRESCO	10/100Mbps	8GB	500G	
	2		10/100/100 0 Mbps			

Tesorería	1 laptop	CABILDO	100 Mbps	8GB	B	
	1		10/100/100 0 Mbps	2GB		
Recaudación	2	CABILDO	10/100/100 0 Mbps	2GB	320 GB	
	1 laptop		10/100/100 0 Mbps	4GB		
Registro de la Propiedad	4	SEDI	10/100/100 0 Mbps			
Comisaria	1	Office	10/100/100 0 Mbps	2GB	500G B	
Avalúos y Catastro	3	AutoCAD, QGIS, CABILDO	10/100/100 0 Mbps	8GB	1T	64 bits
	2		10/100Mbps s	4GB	500G B	32 bits
Gestión Ambiental	6	Office	10/100/100 0 Mbps			
Frigad	2	Office	10/100/100 0 Mbps			
Total equipos	36					

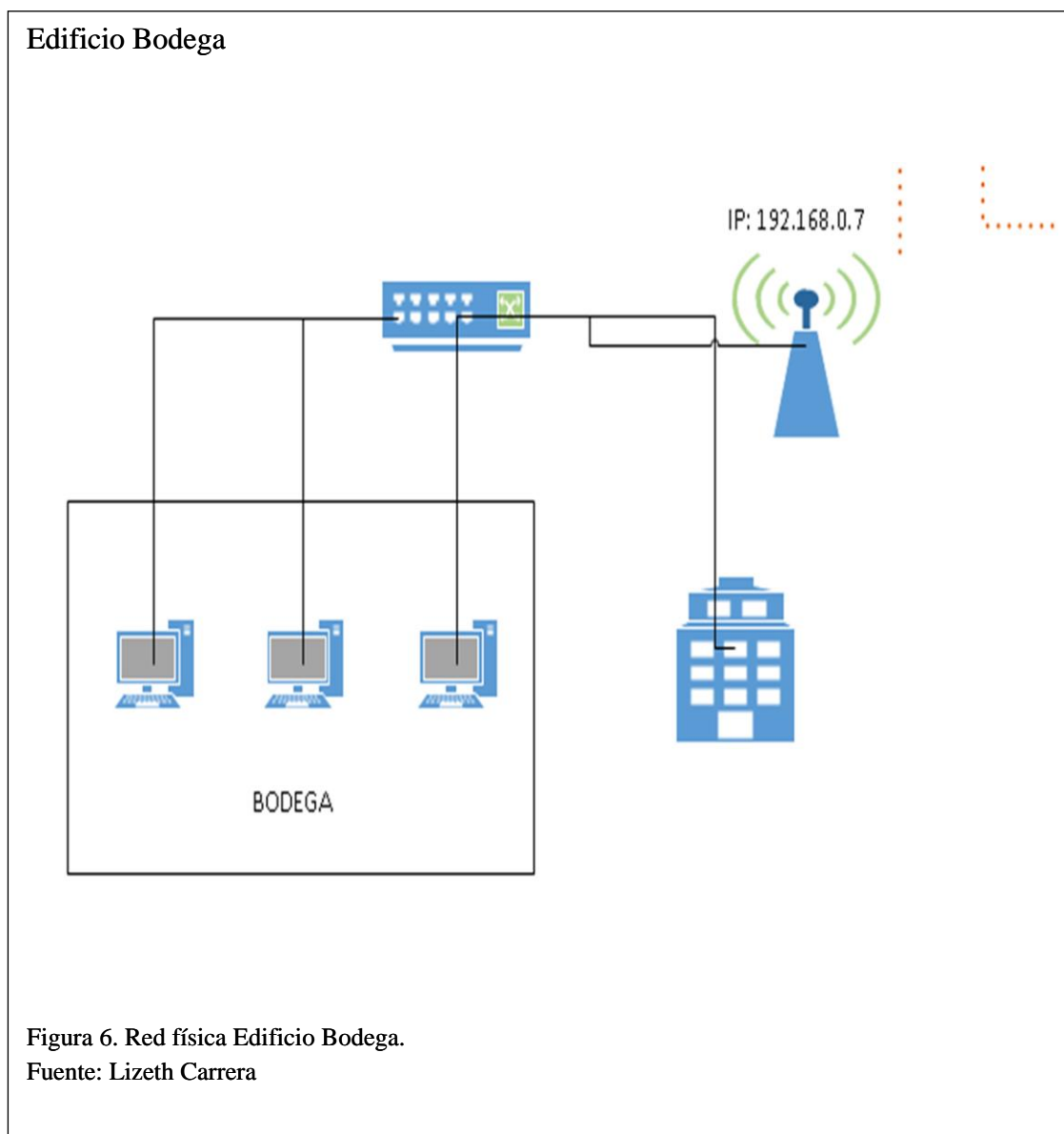
Nota: Detalle de servicios por departamento.

El departamento de finanzas cuenta con un switch que transmite a velocidades de 10/100/1000 Mbps conectado a un router Nexxt con velocidad de 10/100 Mbps.

Cada uno de los departamentos; finanzas, secretaría general, registro de la propiedad y FRIGAD cuentan con una impresora que trasmite a velocidad de los 10/100 Mbps, en secretaria general hay 3 pc's conectadas a un router 3com de velocidades de 10/100 Mbps, este router según información del administrador de sistemas del GAD tiene 10 años de vida, adicional este departamento trabaja con la aplicación ALFRESCO que sirve para la gestión de documentos.

2.5.3 Edificio Bodega

El edificio Bodega está ubicado a 100 metros de la cabecera cantonal del municipio y cuenta con 3 usuarios encargados de gestionar procesos de selección de bienes y servicios.



El edificio Bodega tiene 3 Pc's que transmiten a velocidades de 10/100/1000 Mbps conectados a un switch Trendnet que transmite a 10/100 Mbps.

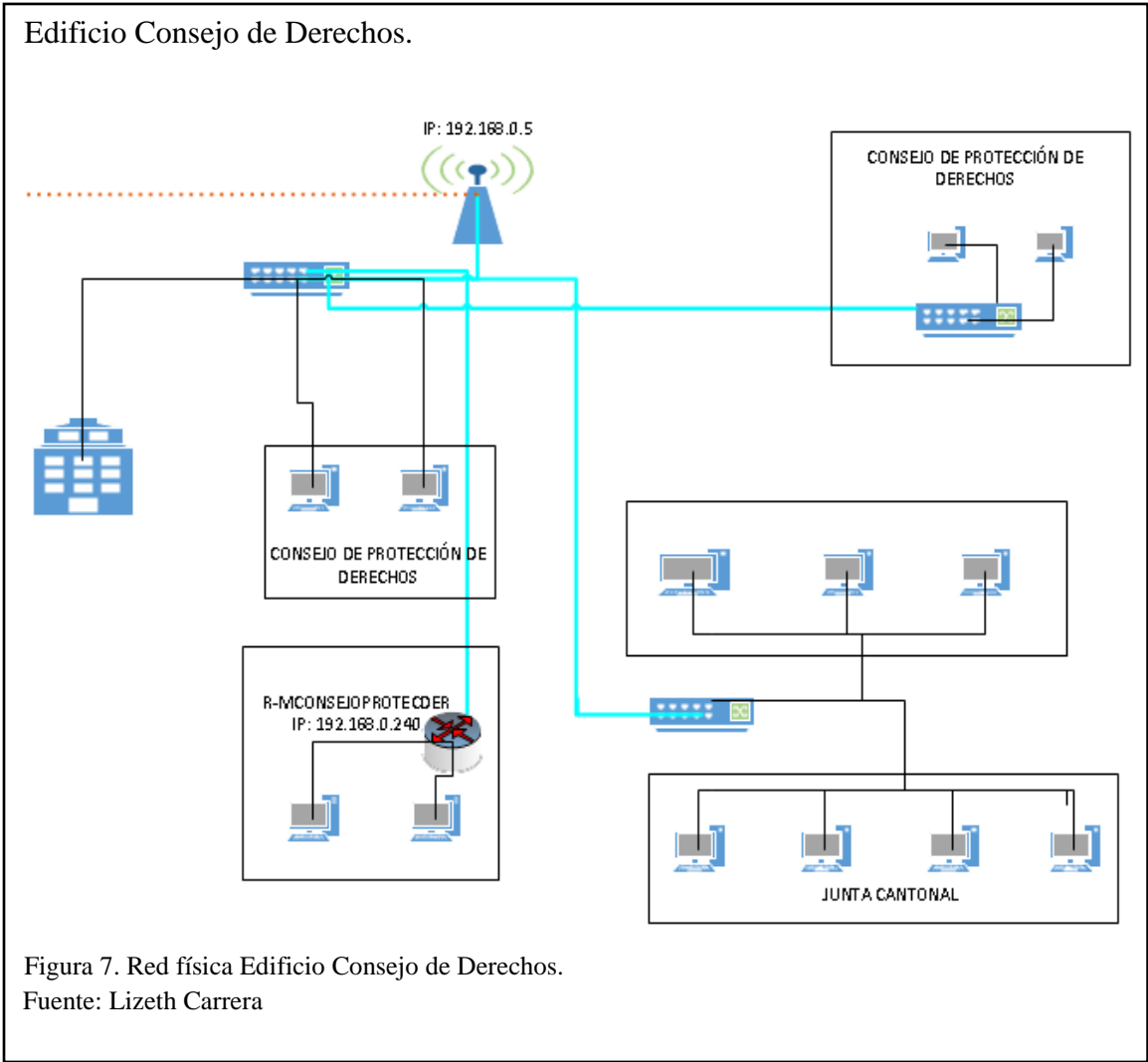
Tabla 7. Departamentos y aplicaciones Edificio Bodega.

Departament os	Usuario s	Aplicacione s	Velocidad de transmisión	RA M	Disco	Procesado r
Bodega	3	SIGAME/ Office	10/100/1000 Mbps	4GB	500G M	32 bits
Total equipos	3					

Nota: Detalle de servicios por departamento.

2.5.4 Edificio Consejo de Derechos.

El edificio Consejo de Derecho está ubicado en Palestina una comunidad del municipio a 8 minutos de la cabecera cantonal, cuenta con 2 departamentos: Consejo de Protección de Derechos y Junta Cantonal.



Este edificio cuenta con 3 switches que transmiten a velocidades de 10/100Mbps conectadas a un router CNT configurado como AP, todos los equipos transmiten a 10/100/1000 Mbps.

En la tabla 8, se detalla el número de usuarios y equipos por departamento, velocidad de transmisión, aplicaciones utilizadas, sistema operativo, la capacidad de la memoria RAM y la capacidad del disco de almacenamiento de los equipos.

Tabla 8. Departamentos y aplicaciones edificio Consejo de Derechos.

Departamentos	Usuarios	Aplicaciones	Capacidad de la NIC	RAM	Disco	Procesador
Consejo de Protección	6	Office	10/100/1000 Mbps	4GB	500GB	32 bits
Junta Cantonal	8	Office	10/100/1000 Mbps			
Total Equipos	14					

Nota: Detalle de servicios por departamento.

2.6 Cableado estructurado

Los edificios del Municipio no trabajan en una sola categoría de cableado estructurado y no cuenta con ningún sistema que cumplan con normas o estándares internacionales. El edificio Principal trabaja con cable de categoría 6, el edificio Administrativo es híbrido ya que los departamentos de secretaria general, secretaria de alcaldía, avalúos y catastros trabajan con cableado de categoría 5 y los demás departamentos con cableado de categoría 6. El edificio Bodega trabaja con cable de categoría 5 y edificio de Consejo de Derecho con categoría 6.

Se observa que los equipos activos se conectan directo a las estaciones de trabajo como pcs o laptops, el cableado no tiene etiquetado y existen daños en los cables que conectan a los switches como se observa en la figura 8. El administrador informa que todo esto ha

provocado daños y pérdida de recursos. Adicional hay un switch Trendet administrable que tiene 7 años de uso motivo por el cual algunos de los puertos ya no están funcionando de manera correcta.



2.6.1 Puntos de conexión de red en los edificios.

En la tabla 8, se detallan los puntos de conexión de la red con un total de 93 puntos de conexión en los cuatro edificios.

Tabla 9. Puntos de conexión total de los edificios.

Descripción	# de conexiones
Equipos terminales	78 puntos de red
Impresoras	4 puntos de red

Routers /Switches	11 puntos de red
Total	93 puntos de red.

Nota: Número de puntos de red del municipio.

2.7 Cuarto de equipos.

El cuarto de equipos se encuentra ubicado en el edificio Principal del municipio, cuenta con cinco servidores: 2 HP PROLIANT ML10 Gen9, 2 HP PROLIANT M350 Gen5 y Gen6 y 1 Clone.

Características del servidor HP PROLIANT ML10 Gen9

- 1 Procesador Intel Core i3
- Cache del procesador 8MB L3
- Velocidad del procesador 3.9 GHz
- Memoria máxima 64 GB
- Ranuras de memoria 4 DIMM
- Ventiladores sin conexión en caliente, no redundante.
- Controlador d red Intel Ethernet I219- LM 1 por controlador.
- Almacenamiento Intel AMT. (HPE, HPE ProLiant ML10 Generation9 (Gen9), 2017).

Cuartos de equipos.

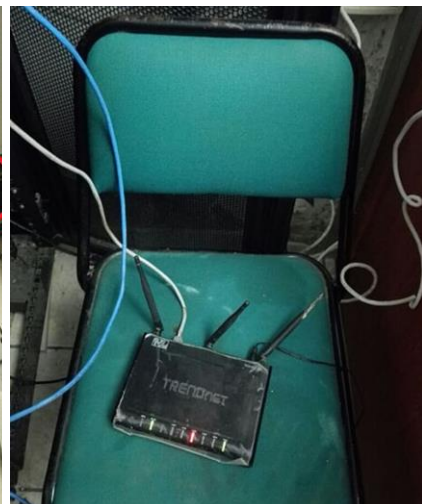
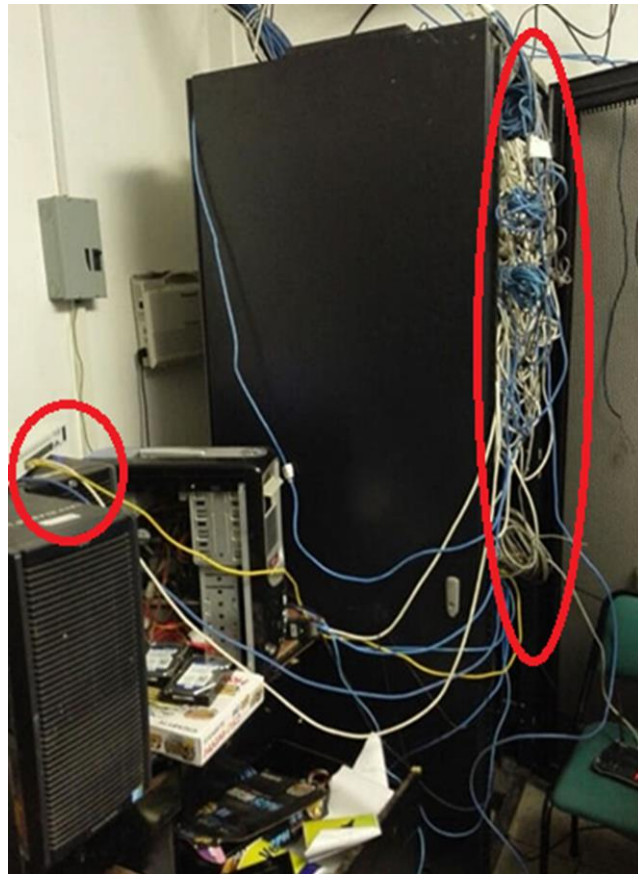


Figura 9. Cuarto de equipos.

Fuente: Lizeth Carrera

Como se verifica en las imágenes de la figura 10, el cuarto de equipos está en

condiciones inadecuadas, el cableado en el rack esta desordenado, no tiene etiquetado, no se brinda mantenimiento adecuado ni protecciones y se evidencia la presencia de polvo. Referente al cableado se observa que está amarrado con cuerda o sogas, se observa equipos sobre sillas sin ningún tipo de ventilación. Concluyendo, la utilización de la zona de trabajo es inadecuada lo que provoca que los equipos no tengan un buen rendimiento.

Mediante la aplicación de Autocad se ha dibujado el plano del edificio Principal donde se encuentra el departamento de Sistemas y en este el cuarto de equipos tal como se observa en la figura 10.

Plano edificio Principal

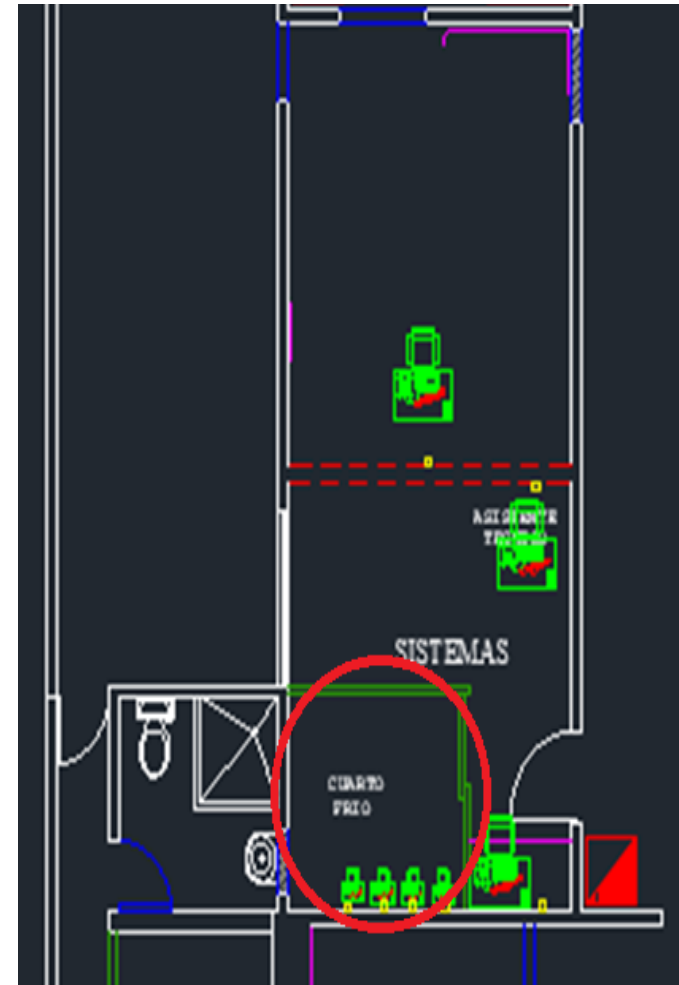


Figura 10. Cuarto de equipos
Fuente: Lizeth Carrera

2.8 Red Lógica.

Se detalla los diferentes equipos routers, switches, antenas utilizados en la red y el direccionamiento de cada dispositivo.

Tabla 10. Direccionamiento de los equipos de la red.

Departamento	Equipo /marca	Direccionamiento
Sistemas	Trendnet teg 448ws	192.168.0.253
Auditoría Interna	Ricoh 3555	192.168.0.215
Departamento	Equipo /marca	Direccionamiento
Sistemas	Trendnet teg 448ws	192.168.0.253
Auditoría Interna	Ricoh 3555	192.168.0.215
Departamento	Equipo /marca	Direccionamiento
Sistemas	Trendnet teg 448ws	192.168.0.253
Auditoría Interna	Ricoh 3555	192.168.0.215
Departamento	Equipo /marca	Direccionamiento
Sistemas	Trendnet teg 448ws	192.168.0.253
Auditoría Interna	Ricoh 3555	192.168.0.215
Departamento	Equipo /marca	Direccionamiento
Bodega	Trendnet 8 puertos.	192.168.0.129

Nota: Direccionamiento de los diferentes equipos ubicados en los diferentes edificios.

Direccionamiento y ubicación de los equipos en los cuatro edificios.

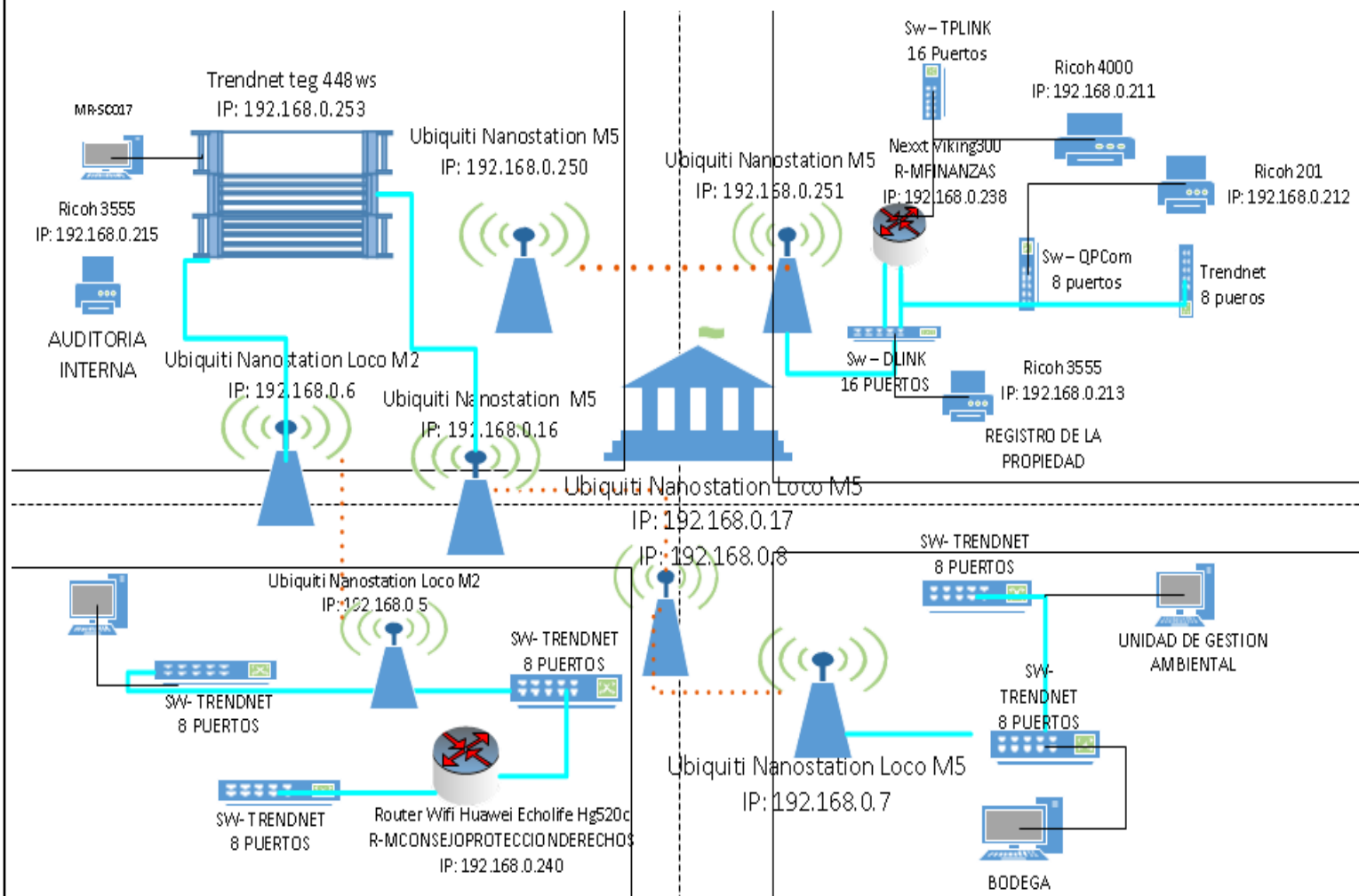


Figura 11. Topología Lógica - direccionamiento y ubicación de quipos.

Fuente: Lizeth Carrera.

En la figura 12, se puede observar de forma lógica como están colocados y direccionados los equipos routers, swtiches e impresoras en los cuatros edificios del municipio.

Antenas Ubiquiti Nanostation.

Las antenas Ubiquiti nanostation M2 permiten un alcance hasta 10 kilómetros en línea de vista para lo cual se trabaja con dos antenas que hacen de transmisor y receptor para crear el enlace de radio.

En la tabla 11, se detalla 7 antenas con su ubicación y direccionamiento IP.

Tabla 11. Antenas Ubiquiti GAD Municipio Rioverde.

Antenas	Dirección IP	Ubicación
Ubiquiti Nanostation M5	192.168.0.250	Edificio Principal
Ubiquiti Nanostation M5	192.168.0.251	Edificio Administrativo
Ubiquiti Nanostation Loco M2	192.168.0.6	Edificio Principal
Ubiquiti Nanostation Loco M2	192.168.0.5	Edificio Bodega
Ubiquiti Nanostation M5	192.168.0.16	Edificio Principal
Ubiquiti Nanostation M5	192.168.0.17 192.168.0.8	En la parte alta de Rioverde.
Ubiquiti Nanostation M5	192.168.0.7	Edif. Consejo de Derechos

Nota: La tabla 11 contiene información del direccionamiento y ubicación de las antenas Ubiquiti.

2.8.1 Red lógica en el cuarto de equipos

El cuarto de equipos del municipio cuenta con cinco servidores de los que tres están sobre el sistema operativo windows server 2008 en los cuales trabajan aplicaciones como servidor Active Directory (en este servidor está configurado DNS, DHCP, impresoras y un servidor de archivos SITAC), la aplicación de antivirus ESET NOD 32 y el servidor Financiero en el que está alojado el servidor SIG-AME.

Los otros dos servidores trabajan sobre el sistema operativo Centos 6.7, el servidor SPARK que realiza la gestión catastral y de consultas internas y servidor ALFRESCO para realizar consultas online.

Tabla 12. Servidores GAD Rioverde.

Servidor	Dirección IP	Sistema operativo
Servidor Active Directory (server archivo SITAC)	192.168.0.12	Windows Server 2008
Servidor de antivirus ESET NOD 32	192.168.0.11	Windows Server 2008
Servidor sistema de administración financiera.	192.168.0.10	Windows Server 2008
Servidor consultas online Alfresco	192.168.0.14	Centos 6.7
Servidor Gestion Catastral SPARK	192.168.0.15	Centos 6.7

Nota: La tabla contiene información del direccionamiento y sistema operativo de los servidores.

En el servidor Active Directory se administra y configura las estaciones de trabajo dividiendo los departamentos del Municipio en 12 unidades que se encuentran con el dominio m-rioverde.local. Este servidor permite al administrador de la red regular

diferentes políticas como: política de acceso, de permisos de servicio, de asignación de recursos y crear grupos de usuario, además brinda al administrador una clave que se actualiza cada 60 días. (Quiroz Patta, 2017)

No hay servidor de correo local, se utiliza el servicio de correos provisto por la empresa que da el hosting de dominio y correo, por tanto, el servicio está fuera de la red interna.

La telefonía es análoga, actualmente no existe una troncal que soporte VoIp por lo que no hay disponibilidad de llamadas, si alguien está utilizando la línea telefónica no podrá usarse la misma mientras no se termine dicha llamada.

2.9 Direccionamiento IP.

La red del GAD de Rioverde no se encuentra segmentada en subredes dado a esto existe la posibilidad de tener acceso a cualquier equipo conectado a la red y a los recursos compartidos desde cualquier punto del mismo provocando que la administración y seguridad sea deficiente.

Tabla 13. Direccionamiento IP.

Descripción	Dirección IP	Mascara
Gateway / Puerta Enlace	181.113.26.65	255.255.255.248
Servidores Consultas	181.113.26.66	255.255.255.248
Servidores Cabildo	181.113.26.67	255.255.255.248
Enlace Internet	181.113.26.69	255.255.255.248
Broadcast	181.113.27.71	255.255.255.248

Nota: Direcciones IP.

2.10 Enrutamiento

La distribución de direcciones IP en la red es por asignación dinámica (DHCP) mediante el servidor con dirección IP fija 192.168.0.12.

Tabla 14. Servidor DHCP

Estado	Nombre	IP	Fabricante	Dirección MAC
Activo	Srvmr01	192.168.0.12	Intel Corporate	00:27::0E:28:56:7C

Nota: Detalle de servidor dhcp.

Capítulo 3

Propuesta de rediseño

Se simula la propuesta de rediseño con la herramienta Modeler Academic Edition de OPNET. Como primer punto se configura los routers, switches, routers inalámbricos, servidores y terminales modelando la red actual del GAD de Rioverde, permitiendo observar y analizar el comportamiento de la red. Con los datos levantados en la simulación se puede diagnosticar problemas en las prestaciones de las diferentes aplicaciones.

Posibles problemas:

El protocolo de ruteo es RIP.

No hay configuración de VLAN's.

No hay firmware. (Seguridad).

Problemas de impresión: impresoras activas pero el envío no tiene éxito.

Cable dañado: rendimiento pobre, no hay cableado estructurado.

AP sin conexión: se ve detecta la red, pero no hay conexión.

Escenario A. Estado Inicial.

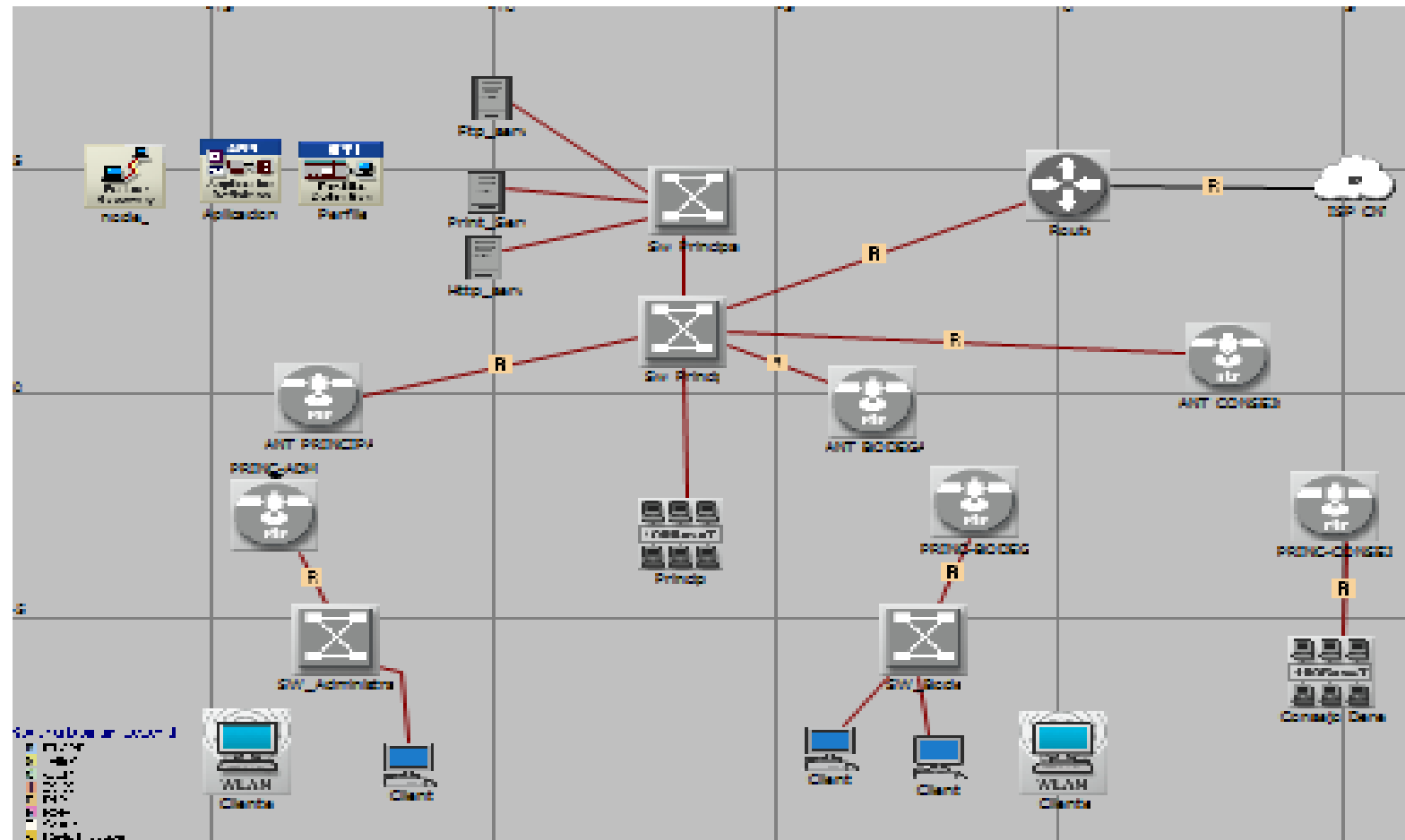


Figura 12. Topología de red inicial.

Fuente: Lizeth Carrera.

3.1 Objetivos de rediseño de la red.

Los objetivos técnicos que se ponderan en un valor con disponibilidad sobre un 100%, seguridad, escalabilidad, gestión y adaptabilidad, todo esto deben sumar un valor de total de 100 como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Objetivos técnicos.

Objetivos técnicos	Importancia	Comentarios
Disponibilidad	25	Proveer servicios en cualquier lugar. 99.6%
Seguridad	20	Firewall, analizar riesgos, información crítica.
Escalabilidad	25	Trabajo fluido, no perder calidad en servicios ofrecidos.
Gestión	20	Control y monitoreo de las tareas para evitar fallos.
Adaptabilidad	10	Cambios de plataforma.
Total	100	-----

Nota: Detalle de objetivos técnicos.

3.2 Diseño de la red de datos y voz.

Es necesario identificar el tráfico que circula por la red; según los requerimientos del municipio, los servicios y aplicaciones que soportará son:

3.2.1 Acceso a Páginas Web

Se toma como referencia el tamaño de 320 KB con un tiempo de carga $t=10$ segundos.

$$C_{pw} = T_{pw} * t_{pw}$$

Dónde:

C_{pw} : Capacidad necesaria para medir el acceso a una página web.

Tpw: Tamaño promedio de una página web.

Tpw: Tiempo de demora de la página web. (Scott, 2001).

$$C_{pw} = \frac{320KBytes}{10\ seg} * \frac{8\ bits}{8\ bytes}$$

$$C_{pw} = 256KBytes$$

3.2.2 Descarga de archivos.

Se toma un tamaño de descarga de archivos promedio de 5MB en un tiempo t=1 minuto.

$$C_{DA} = T_{DA} * t_{DA}$$

Dónde:

CDA: Capacidad necesaria para descarga.

TDA: Tamaño promedio de un archivo a descargar.

tda: Tiempo de demora en carga un archivo. (Scott, 2001).

$$C_{DA} = \frac{5MBytes}{1\ min} * \frac{1024kbytes}{1MByte} * \frac{8\ bits}{1Bytes} * \frac{1\ min}{60\ seg}$$

$$C_{DA} = 682.67Kbps$$

3.2.3 Servicio de Mail.

Para conocer la capacidad que se necesita para el mail se toma un promedio de 100KB y un tiempo de 10 segundos.

$$C_{CE} = T_{CE} * t_{CE}$$

Dónde:

Cce= capacidad para un correo.

Tce= tamaño promedio.

tce= tiempo promedio. (Scott, 2001).

$$C_{CE} = \frac{100KBytes}{10 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1Bytes}$$

$$C_{CE} = 80 \text{ Kbps}$$

3.2.4 Sistema informático SIG-AME

De acuerdo al personal que trabaja con la base de datos del sistema informático SIG-AME se considera que es el sistema que más uso tiene, se transmite 100KB con un tiempo de 5 segundos, sabiendo esto se calcula la capacidad que necesita para el acceso, mediante la siguiente fórmula:

$$C_{SIG-AME} = T_{SIG-AME} * t_{SIG-AME}$$

Dónde:

C= capacidad para acceder al sistema.

T= tamaño promedio.

t= tiempo promedio de respuesta. (Scott, 2001).

$$C_{SIG-AME} = \frac{100KBytes}{5 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$C_{SIG-AME} = 160 \text{ Kbps}$$

3.3 Telefonía

El GAD de Rioverde no cuenta con un sistema de telefonía de VoIP sino análoga, por este motivo se implementará el servicio de VoIP sobre un servidor HP Proliant BL685c G7 en el que se instalará y configurará Elastix.

Elastix es una distribución de software libre orientado a las comunicaciones unificadas que integra en un solo paquete algunas tecnologías de comunicaciones como; VoIP, pbx, fax, mensajería instantánea, mail, colaboración; basado en programas como Asterisk: PBX, Hylafax: fax, Openfire: mensajería instantánea, Postfix: mail

Para la configuración se utilizará el códec para la compresión de audio G.711 que es más utilizado para LAN, este códec proporciona un flujo de datos de 64Kbits/s y la calidad de audio es óptima con un consumo moderado, el código de configuración se puede revisar en el apartado “Anexo 1”. (Kulin Kazaz & Sam Mrdovic, 2012).

Tabla 16. Extensiones telefónicas por departamento.

Edificio	Departamento	# Extensión
Administrativo	Alcaldía	101
	Secretaría de Alcaldía	102
	Finanzas	103
	Tesorería	104
	Secretaría General	105
	Recaudación	106
	Avalúos y Catastro	107
	Comisaría	108
	FRIGAD	109
	Gestión Ambiental	110
	Sistemas	201
Principal	Auditoría Interna	202
	Relaciones Públicas	203
	Planificación	204

	Procuraduría	205
	Talento Humano	206
	Obras Públicas	207
Bodega	Bodega	301
Consejo de Derechos	Consejo de Protección	401
	Junta Cantonal	402

Nota: Una extensión para cada departamento.

Propuesta diagrama de telefonía.

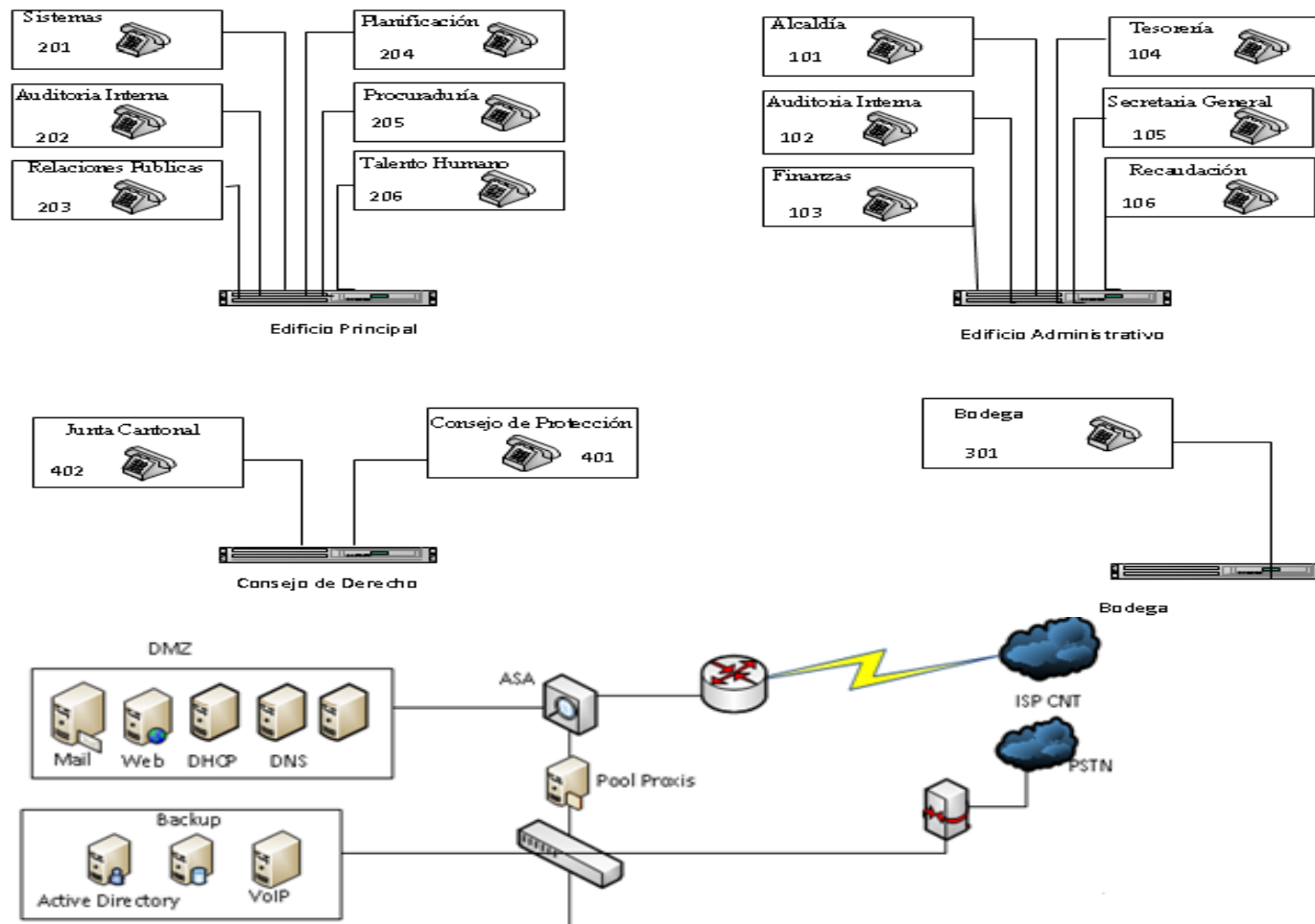


Figura 13. Diagrama de telefonía
Fuente: Lizeth Carrera.

3.4 Diagrama lógico.

3.4.1 Red Local Virtual (VLANs)

La implementación de vlans permitirá tener un mejor desempeño del rendimiento y uso adecuado de la red.

La red del GAD estará conformada por subredes asociadas a 6 vlans las cuales son:

Vlan1 Alcaldía: para proteger la información privada del funcionario del municipio, en esta vlan se encontrará usuarios de secretaria de la alcaldía y secretaria general.

Vlan2 Sig-ame: compartirán la información de la base de datos de sistema.

Vlan3 Telefonía: para prestar servicios de telefonía al municipio de Rioverde.

Vlan4 Servidores: tendrán acceso solo el personal encargado de la red.

Vlan5 Impresoras: Compartición de recursos del municipio.

Vlan6 Empleados: aborda todos los usuarios de municipio.

Direccionamiento IP.

Como se tiene un total de 93 usuarios, se toma el 30% de escalabilidad a crecimiento futuro por año, a los hosts asignados se suma el 150% del total para cada red ya que se realiza una escalabilidad con proyección a cinco años.

VLAN Alcaldía: Se trabaja con 4 hosts por la proyección de crecimiento se calcula ips para 10 hosts, por cálculo de vlsm se trabaja con 14 ips disponibles en la vlan.

Tabla 17. Vlan Alcaldía

Ips disponibles en la vlan	14
Network	192.168.1.16
Máscara	255.255.255.240
Host	192.168.1.17 – 192.168.1.31
Broadcast	192.168.1.32
Host requeridos	4
Ips de reserva por proyección	10

Nota: Subneting vlan Alcaldía.

Vlan2 SIG-AME: Hay un total de 22 usuarios que trabajan con la base de información SIG-AME con la proyección se calcula un total 55 ips, por cálculo de vlsm se trabaja con 62 ips disponibles en la vlan.

Tabla 18. Vlan Sig-ame

Ips disponibles en la vlan	62
Network	192.168.1.64
Mascara	255.255.255.192
Host	192.168.1.65 – 192.168.1.127
Broadcast	192.168.1.128
Host requeridos	22
Ips de reserva por proyección	40

Nota: Subneting vlan Sig-ame

Vlan3 Telefonía: Se trabaja con 20 hosts de telefonía por la proyección de crecimiento se calcula ips para 33 hosts por cálculo de vlsm se trabaja con 62 ips disponibles en la vlan.

Tabla 19. Vlan Telefonía.

Ips disponibles en la vlan 62	
Network	192.168.1.129
Mascara	255.255.255.192
Host	192.168.1.130 – 192.168.1. 192
Broadcast	192.168.1.193
Host requeridos	20
Ips de reserva por proyección	42

Nota: Subneting vlan Telefonía.

Vlan4 Servidores: Se controla el acceso únicamente al personal de sistemas, la información almacenada es crítica. Al momento se trabaja con 8 hosts por la proyección de crecimiento se calcula ips 20 hosts.

Tabla 20. Vlan Servidores

Ips disponibles en la vlan 30	
Network	192.168.1.194
Mascara	255.255.255.224
Host	192.168.1.195 - 192.168.1.225
Broadcast	192.168.1.226
Host requeridos	14
Ips de reserva	16

Nota: Subneting vlan Servidores.

Vlan5 Impresoras: Al momento se requieren ips para 6 hosts por la proyección de crecimiento se calcula ips para 15 hosts por cálculo de vlsm se trabaja con 14 ips disponibles en la vlan.

Tabla 21. Vlan Impresoras

Ips disponibles en la vlan 14	
Network	192.168.1.227
Mascara	255.255.255.240
Host	192.168.1.228 – 192.168.1.242
Broadcast	192.168.1.243
Host requeridos	6
Ips de reserva	8

Nota: Subneting vlan Impresoras

Vlan6 Empleados: Se tiene 48 hosts por la proyección de crecimiento se calcula ips para 120 hosts, se trabajará con el segmento de red 192.168.2.0, por cálculo de vlsm se trabaja con 126 ips disponibles en la vlan.

Tabla 22. Vlan Empleados

Ips disponibles en la vlan 126	
Network	192.168.2.127
Máscara	255.255.255.128
Host	192.168.2.128 – 192.168.2.254
Broadcast	192.168.2.255
Host requeridos	48
Ips de reserva	78

Nota: Subneting vlan Empleados.

Diagrama lógico de la red de datos.

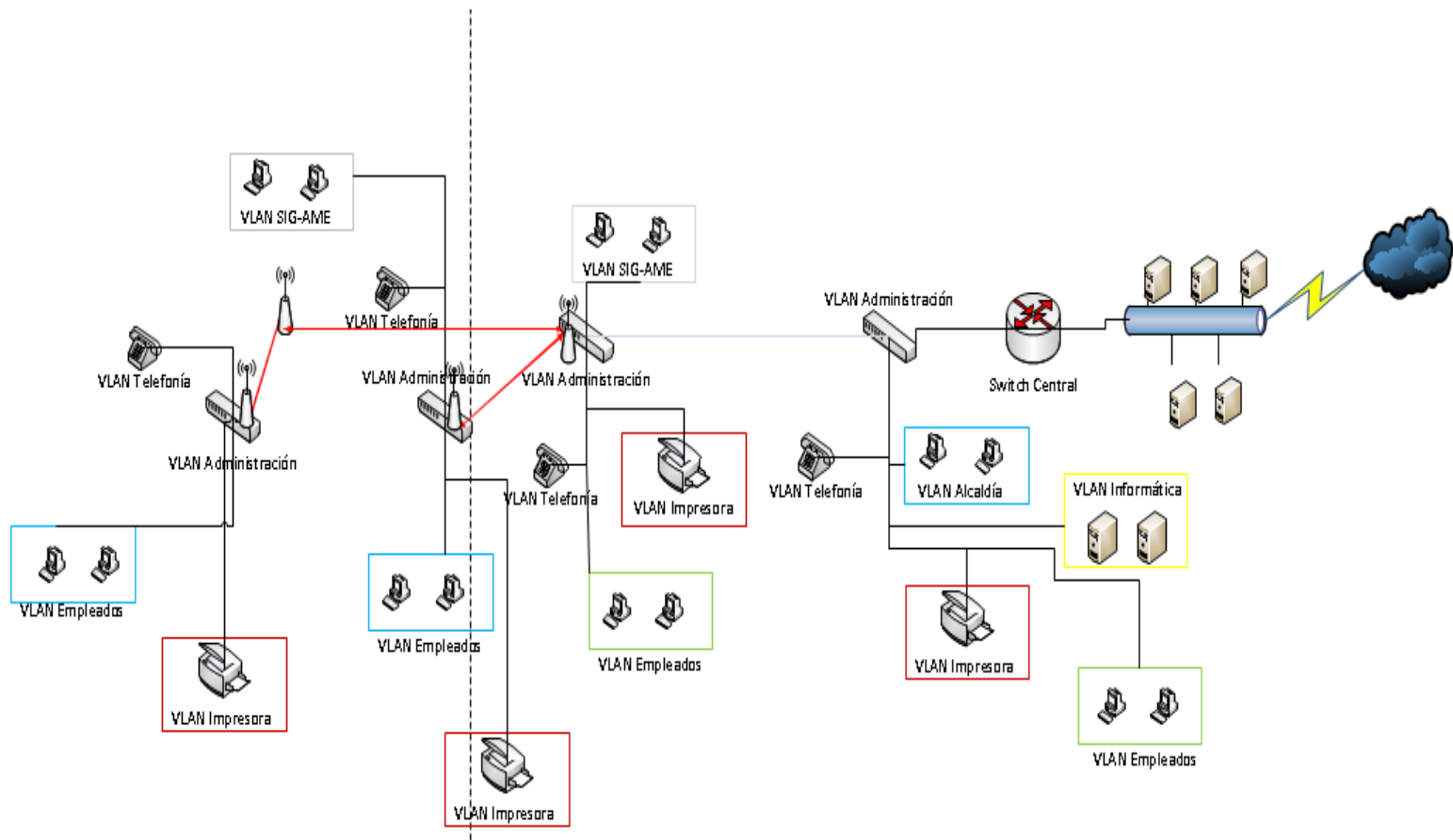
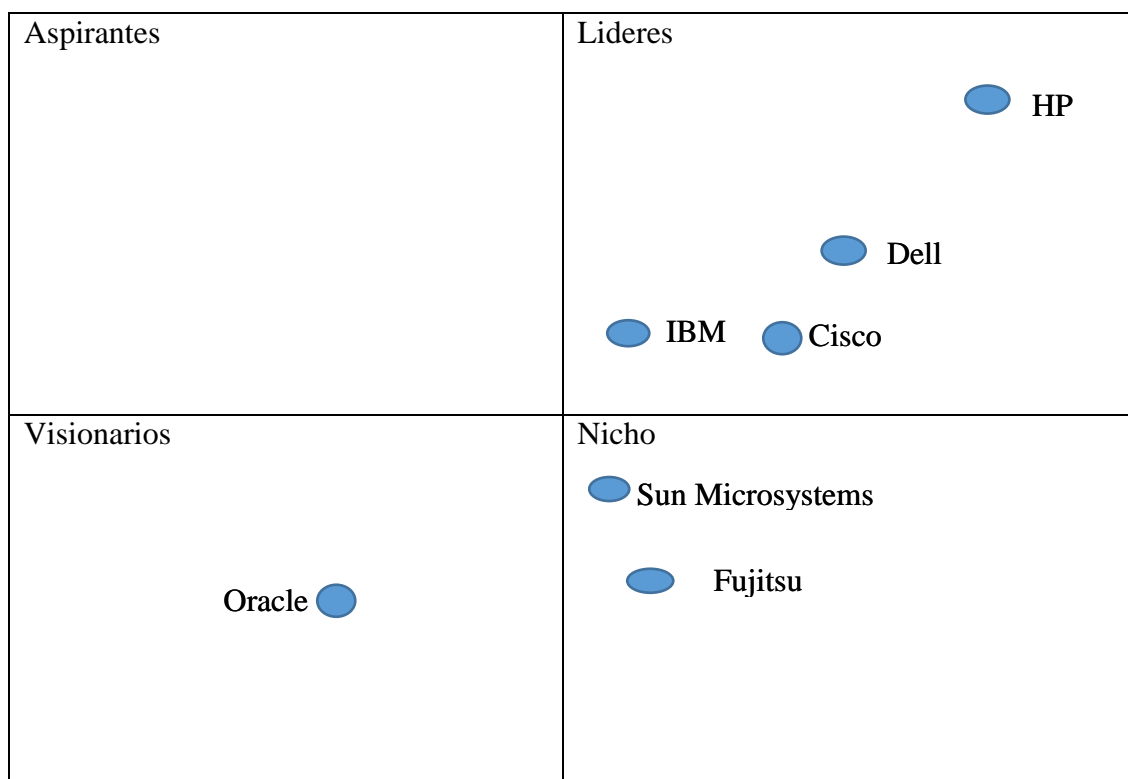


Figura 14. Diagrama lógico de las vlan's
Fuente: Lizeth Carrera.

3.5 Servidores

Deben cumplir con los requerimientos que se busca para un buen rendimiento de la red y por ello es importante la marca de los equipos. Mediante la representación gráfica del cuadrante de Gartner se realiza un análisis de la situación del mercado de servidores en el año 2017 a nivel mundial.

Tabla 23. Equipos de Servidores



Nota: Cuadrante mágico de Gartner, equipos servidores 2017.

Gartner muestra que HP lidera el mercado a nivel mundial en servidores y el proveedor Dell mantiene la segunda posición en el mercado mundial según estadísticas realizadas el año 2017. (Gartner, 2016)

Por los resultados obtenidos se considera tres marcas que son: HP, Dell e IBM, en la tabla 24, se detalla las especificaciones respectivamente.

Tabla 24. Proveedores de Servidores.

Especificaciones	HP	DELL	IBM
Almacenamiento.	Amplia variedad de disco según las cargas de trabajo.	Gestión en módulos de procesamiento.	Almacenamiento cifrado.
Migración de datos.	Solución con alta seguridad de extremo a extremo de datos virtuales.	Transporte de información, recupera, almacena y administra datos.	Migración de datos dinámica sin interrumpir el funcionamiento de aplicaciones.
Compatibilidad.	Consolida cargas de trabajo con más eficiencia.	Protección de datos.	Mejora la capacidad de rendimiento para datos de las aplicaciones.
Disponibilidad.	Optimiza la necesidad de expansión de capacidad y flexibilidad.	Gran eficiencia, fuentes de alimentación redundantes, tolerancia a fallas en el ventilador.	Una sola interfaz para configuración, almacenamiento y gestión independiente del proveedor.
Beneficio.	Ahorro de energía y enfriamiento.	Ahorro de energía y enfriamiento.	Optimiza el uso de ancho de banda, reduciendo costo de la red.

Nota: especificaciones técnicas de cada proveedor.

Para el análisis se toma los criterios de ejecución mediante el resultado del cuadrante del Gartner evaluado en valores de 0.1 medio y 0.2 alto sumando un valor ponderado de 1.

Tabla 25. Capacidad de ejecución.

Criterios de Evaluación	Valor
Producto	0,2
Casos de éxito	0,2
Precios / Ventas	0,1
Respuesta en el mercado	0,2
Soporte usuario	0,2
Servicio post venta	0,1
Total Ponderado	1

Nota: Evolución de marcas de servidores.

Una vez detectado los posibles proveedores que sobre salen a nivel mundial, se procede con la asignación de IP a los diferentes servicios que se va a utilizar en el servidor.

3.6 Direccionamiento Servidores.

El direccionamiento para la red interna usa la IP 192.168.1.X con mascara 255.255.255.240, tal como se verifica en la tabla 26.

Tabla 26. Direccionamiento servidores.

Servidores	IP	Mascara
DHCP	192.168.1.2	255.255.255.240
DNS	192.168.1.3	255.255.255.240
FTP	192.168.1.4	255.255.255.240
Active Directory	192.168.1.5	255.255.255.240
Web	192.168.1.6	255.255.255.240
Elastix	192.168.1.7	255.255.255.240

Nota: Detalle de los servidores a requerir.

3.7 ISP

En Ecuador existe algunos proveedores de Internet, pero está liderando con cobertura en a nivel nacional los proveedores CNT y TELCONET. En la tabla 27, se detalla algunas especificaciones de estos ISP tanto en los materiales de cobre como fibra óptica.

Tabla 27. Comparación ISP CNT y Telconet




Especificaciones	CNT	TELCONET
Medio de transmisión	ADSL + , Fibra Óptica	Fibra Óptica
Compartición	8:1	2:1
Velocidad	Asimétrica	Simétrica
Precio	Bajo	Medio – alto
Call Centre	24/7	24 /7
Cobertura	Nivel nacional	Nivel Nacional
Disponibilidad	98,30%	98%

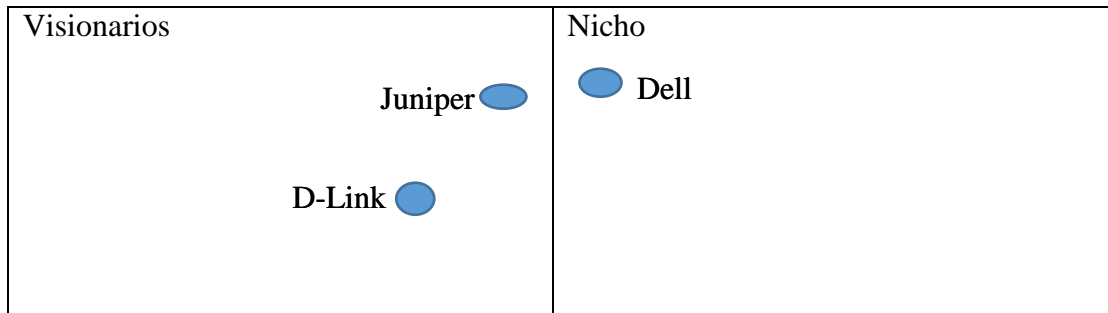
Nota: especificaciones de CNT y Telconet.

3.8 Equipos de conectividad

Los equipos de conectividad deben cumplir con requisitos como soporte de transmisión de datos y voz, permitir calidad de servicio para transmisión de voz y tener una buena administración tanto física como lógica.

Tabla 28. Marcas de equipos de conectividad.

Aspirantes	Líderes
	 Cisco  HP
Huawei 	



Nota: Análisis por cuadrante de Gartner.

Mediante el cuadrante de Gartner se tiene muy claro que las empresas Cisco y HP (Hewlett Packard Enterprise) responde a las necesidades actuales y futuras del mercado respecto a los equipos de conectividad, tomando ventaja la empresa Cisco como líder a nivel mundial. (Gartner, 2016).

Tabla 29. Marca de equipos.

Especificaciones	CISCO	HUAWEI	HP
Mercado	Líder a nivel mundial.	Multinacional de alta tecnología especializada en investigación y desarrollo, equipamiento de comunicaciones.	Competencia de Cisco
Seguridad	Respuesta ante incidentes y amenazas, al reducir la complejidad podrá adaptarse mejor administración de vulnerabilidades.	Prevención de pérdida de datos, administración de aplicaciones y seguridad de extremo a extremo.	Ofrece innovación en el enrutamiento, el cambio y la seguridad.
Productos	Gestión de redes, software Cisco IOS y NX-OS, redes de área de almacenamiento, equipos inalámbricos,	Redes de banda ancha móviles y fijas, consultoría y servicios gestionados, tecnología multimedia,	Integrar la escala y simplicidad del IP. Permite rentabilizar el crecimiento de smartphones y establecer una sólida base para

	dispositivos de centros de datos, Interfaces, módulos, VOIP y seguridad.	teléfonos inteligentes, tabletas	mayor ancho de banda y aplicaciones ricas en multimedios.
Movilidad	Ofrece inteligencia de red superior desde el núcleo de paquetes móviles ASR 500, ASR 900 de backhaul y el tráfico de sitios de servicios inalámbricos de forma rápida y segura.	Acceso sin interrupciones para telefonía IP y dispositivos móviles, virtualización de las redes con un entorno programable para optimizar el acceso en tiempo real.	Combina las fortalezas de tecnologías IP y móviles en una única cartera.
Asistencia Técnica	Servicios técnicos proactivos y preventivos para hardware, software, 1,800 horas de recursos anuales ahorradas y 65%, menor riesgo de infracciones de seguridad.	Ha implementado menos dispositivos con soporte en línea, mayor asistencia por correo electrónico y ha resuelto más problemas mediante interacciones con los clientes.	Asistencia técnica de todos sus productos vía telefónica, Correo electrónico o por medio de foros de discusión.
Certificaciones	CCENT - CCNA CCNP SP – CCDA CCDP - CCDE	HCNA H12-211 HCNA	HP ATA Networks ISO 9001 HP EMEA ISO 9001 PH Américas
Casos de éxito Ecuador	UPS, CNT, UCE, Telconet	No hay detalles	No hay detalles

Nota: Detalle de los equipos según marcas Cisco, Huawei y HP.

La marca con la que se va a trabajar es Cisco y HP porque cumplen con las especificaciones técnicas que se implementará en el data center y los criterios de evaluación mediante el cuadrante de Gartner.

3.9 Data center

Se ha visto la necesidad de implementar un centro de equipos para cual se evalúa varios incidentes naturales del sector, tales como, inundaciones, ya que los edificios están situados a 200 metros de la orilla del mar, motivo por cual la propuesta de la construcción del Data Center deberá ser en el segundo piso del edificio administrativo.

Proyección Data Center



Figura 15. Propuesta de construcción del Data Center.
Fuente: Lizeth Carrera.

El área del data center será de $12m^2$ aproximadamente (4×3 mtrs) y una altura 2.90 metros, se ha tomado estos valores según las dimensiones de rack y los UPS, dejando

0.80 cm en la parte posterior y 1.20cm en la parte frontal para que él administrador pueda tener acceso sin complicaciones a los equipos, lo cual cumple con un entorno adecuado para los equipos y almacenamiento de la información y cumple con las consideraciones de la norma ANSI/EIS/TIA 569. (Pacio, 2014).

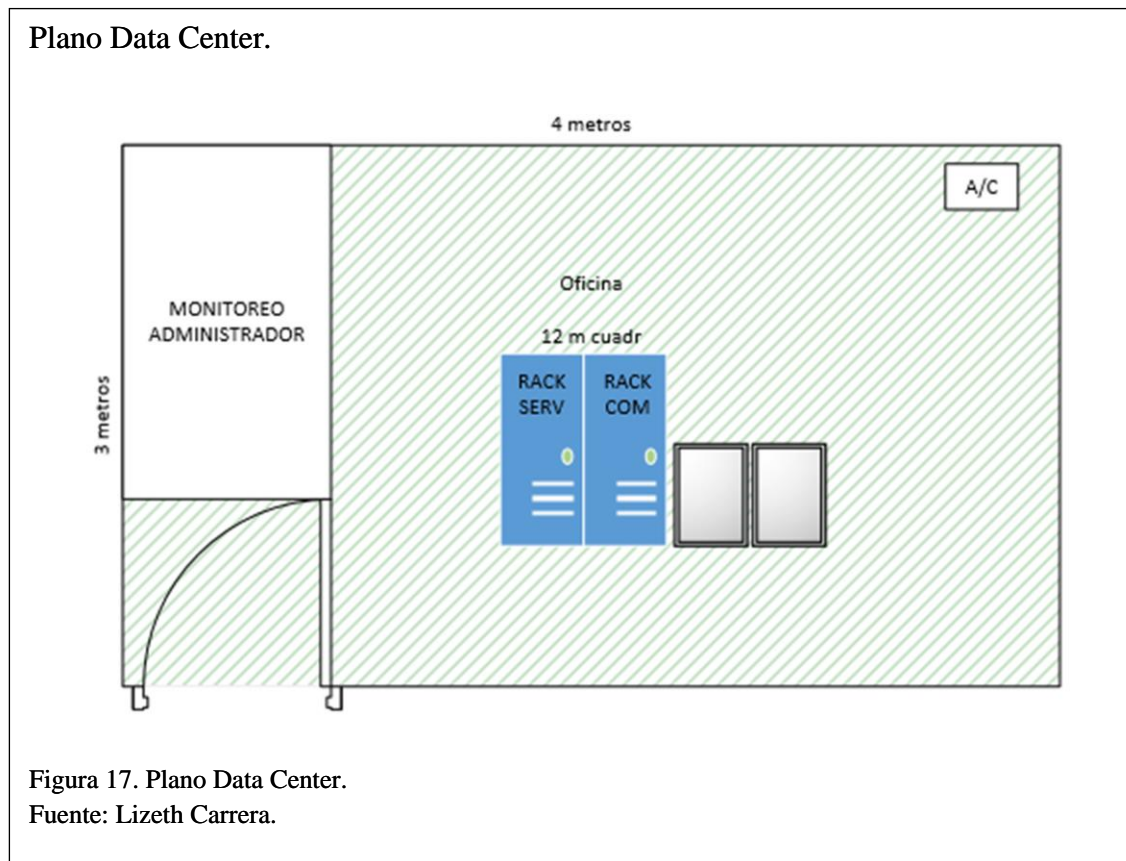
Plano edificio Administrativo.



Figura 16. Cuarto de equipos.

Fuente: Lizeth Carrera

Como se indicó anteriormente es necesario que el Data Center sea construido en el edificio Administrativo en el segundo piso.



Las medidas son: de largo 4 metros, ancho 3 metros y altura 2.90 metros. En la figura 17, se observa la ubicación de los equipos, lo cual permitirá tener una mejor gestión de la red.

3.10 Centro de equipos

El centro de equipos servirá para análisis, diseño y desarrollo de soluciones de software, administración de servidores y virtualización, para que responda a las necesidades de la gestión de información del municipio. Según el levantamiento de información inicial de

la red en el capítulo 2, se analiza las especificaciones que necesita el servidor, RAM de 16GB o 32GB, en disco 2T y procesador de 64 bits, etc.

Tabla 30. Equipos activos.

Descripción	Marca	Modelo	Cantidad	Precio
Chassis	HPE	Proliant r2000	1	\$36,000.00
Servidor	HP	Proliant DL38067	3	\$3,409.00 \$ 10,227.00
Servidor	HP	Proliant BL685c G7	3	\$5.178.46 \$10,356.92
Switch	CISCO	3500-24	1	\$2,181.99
Switch	CISCO	SG500X-48P	1	\$2,994.95
Total				\$61,760.76

Nota: Inventario de equipos activos.

Se ha escogido un chasis HP Proliant r2000 porque cumple con todas las características y se acopla al modelo de negocio del municipio, a continuación, se detalla las especificaciones técnicas

Tabla 31. Especificaciones técnicas chasis HP r2000

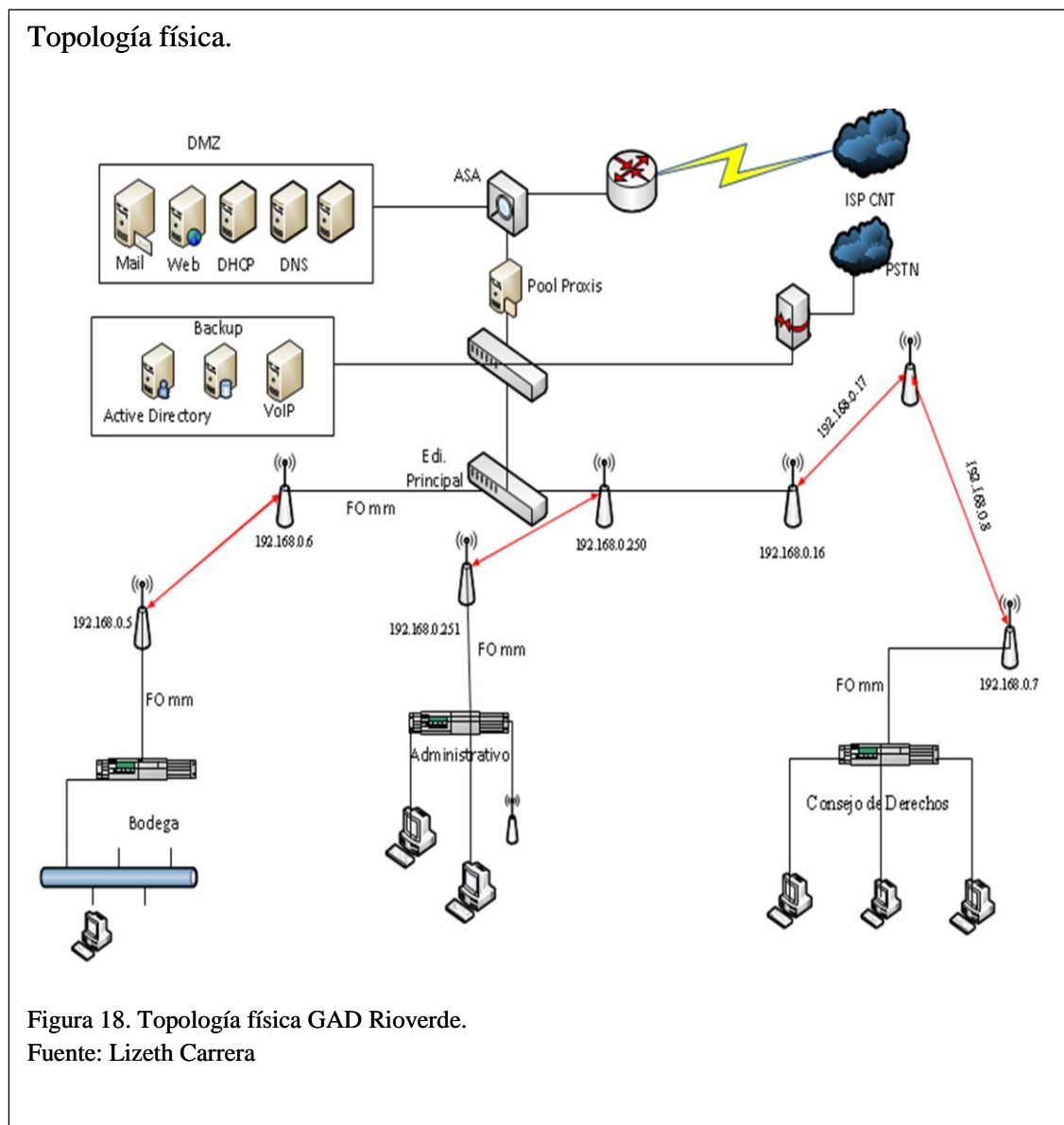
Especificaciones técnicas	
Espacios para bandeja	4 ranuras de la bandeja del servidor.
Ventilador	4 conjuntos de rotor único y 8 de rotor para redundancia.
Fuente de alimentación	Administra 2 fuentes de alimentación de 800W o 1400W
Almacenamiento	Opciones para 12 unidades LFF o 24 FFS, ampliación SAS.
Configuración flexible.	Combina servidores 1U y 2U.

Nota: Características de equipo chasis HP r2000. (HPE, Chasis HPE Apollo r2000, 2018)

3.11 Diseño Topológico.

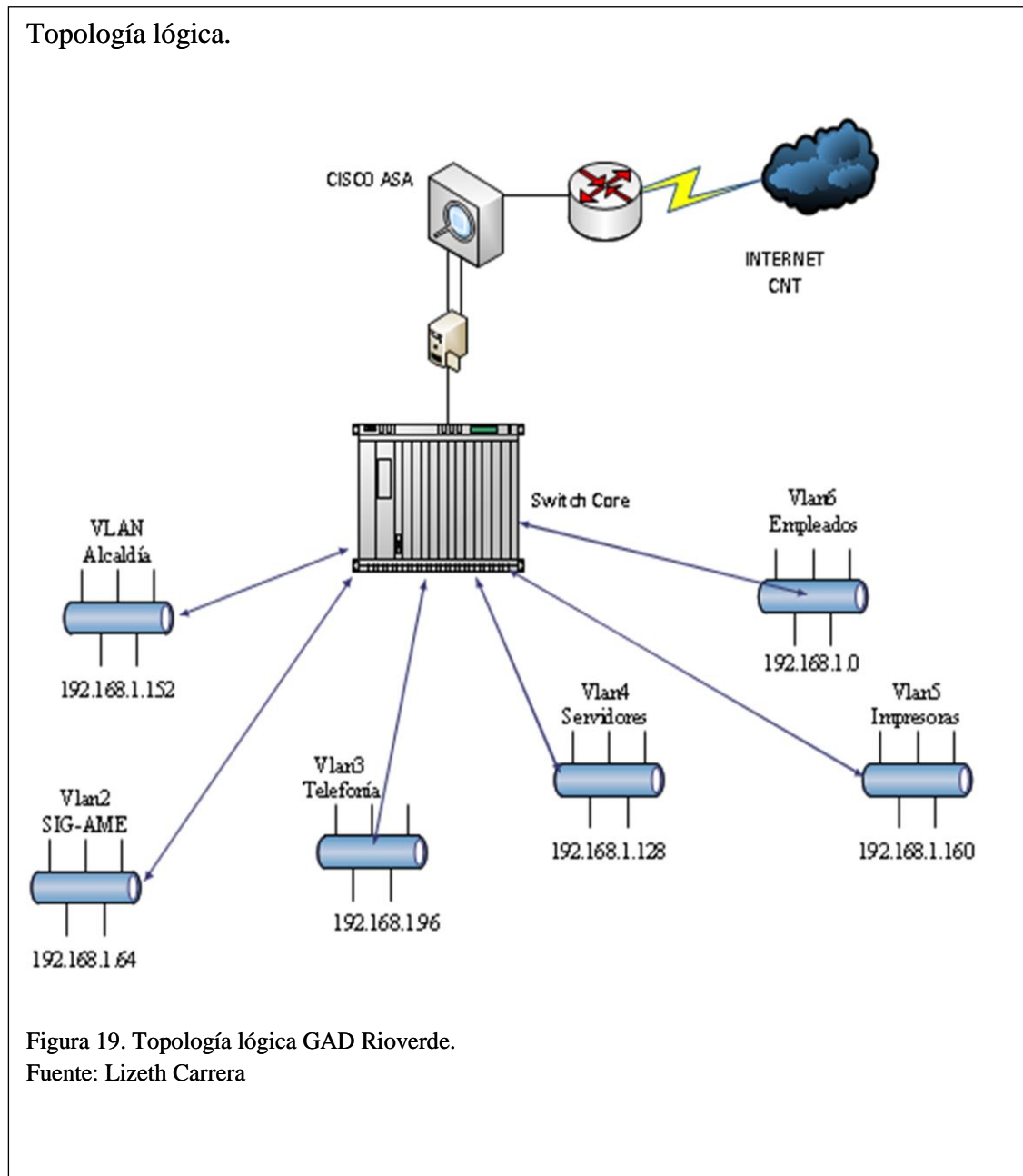
3.11.1 Topología física

La topología física se realiza por medio de un router Tellion Cisco de CNT, se tiene DMZ donde están ubicados los servidores públicos, la seguridad de la red es mediante el ASA 5520 y los servidores internos como VoIP está conectado al router Catalyst 3500. Tal como se muestra en la figura 18.



3.11.2 Topología Lógica.

La topología lógica tiene configuración de VLAN's, la seguridad de la red es mediante un ASA 5520 y los servidores internos como VoIP está conectado a un switch core. Tal como se muestra en la figura 19.



3.12 Obras civiles

El GAD de Rioverde requiere del rediseño del centro de equipos por lo que debe cumplir con normas y estándares óptimos para el funcionamiento de los equipos de comunicación y almacenamiento de datos, atendiendo así la necesidad de una infraestructura fiable para brindar confiabilidad y rendimiento óptimo.

3.12.1 Piso falso.

Se debe instalar un piso de acceso elevado o piso falso para toda el área de procesamiento de datos ubicado a una altura de 30cm, su objetivo es el enfriamiento del rack y la no generación de estática, adicional un sistema de puesta a tierra la cual debe ir bajo el piso falso.

3.12.2 Iluminación.

Para la iluminación se implementa 2 paneles de iluminación tipo led de 120cm*60cm con el fin de dar una correcta iluminación a los equipos ubicado sobre un techo falso a 30cm, por la ubicación geográfica del GAD suele tener problema de energía eléctrica motivo por el cual es necesario instalar 2 lámparas de emergencia que se activan en caso de falta de energía eléctrica.

Tabla 32. Requerimientos de iluminación.

Descripción	Precio unitario	Total
Panel LED 120*60 cm con 72W	\$93.75 /1950	\$ 281.25
Lámpara de emergencia Triton.	\$22	\$44
Total		\$325.25

Nota: Costo de panel y lámpara.

3.12.3 Puerta de seguridad

Es de suma importancia la puerta de seguridad cortafuego la misma que bloquea el acceso a personal no autorizado al área, solo accederán el personal con permisos otorgados por parte del administrador de centro de equipos.

Tabla 33. Detalle puerta de seguridad.

Descripción	Detalle	Total
Cortafuegos RF 120	207 X 90	\$ 533.30

Nota: Valor referencial puerta cortafuegos RF 120.

3.12.4 Suministro de rack.

Se debe instalar 2 Racks, 1 Rack de comunicaciones y 1 para servidores, la distribución de la energía es mediante 2 PDU modelo AP 7802B anclado al Rack de comunicaciones.

Los PDU son marca APC modelo AP 7892B.

Tabla 34. PDU modelo AP 7802B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Salida	Entrada
Tensión de salida nominal 120V	Voltaje 100V, 120V
Protección de sobrecarga: Si	Frecuencia:50/60 Hz
Consumo max de corriente: 24	Enchufe: NEMA L5-30P
Conexiones: 16	Longitud cable 3.66 mtrs.
	Capacidad de carga: 2880VA
	Corriente máxima. 30A
Aprobaciones: UL, CSA, FCC, Part 15 clase A, ICES-003, UL 60950.	

Precio unitario.	\$621.76
Precio total	\$1.243.52

Nota: Especificaciones PDU modelo AP 7802B.

Fuente: (Schneider, 2018).

3.12.5 Equipo de energía estabilizada UPS.

En el centro de equipos se requiere de una potencia de 4KVA por lo que se instalará un UPS APC modelo SYA4K8I redundante y modular con opción a crecimiento de 8 KVA. Se instalarán 2 UPS conectado cada uno a diferentes acometidas eléctricas motivo por el cual se solicita tomar la energía eléctrica de dos transformadores conectados a línea 1 y línea 2.

Tabla 35. UPS APC modelo SYA4K8I.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Salida	Entrada
Capacidad potencia de salida 2.8 a 4 KVA	Entrada de voltaje 230V, 400V 3PH
Max. Potencia configurable 5.6 a 8KVA	Frecuencia 45-65 Hz
Tensión de salida nominal 230V	Tipo de enchufe: hard wire 3 wire y 5 wire.
Frecuencia 47- 63 Hz.	Variación de tensión: 155-276, 290-480V
Topología: doble conversión de línea.	Otras tensiones 220V, 240V, 380V, 415V.
Factor de cresta de carga hasta 5:1	Factor energía 0.98
COMUNICACIÓN Y MANEJO.	

Interfaz puertos	DB-9 RS-232 Smart slot
Panel de control	Multifuncional LCD y consola de control.
Alarma audible	Sonoras y visibles.
Interruptor de energía EPO	Si.
Distorsión térmica online	2762.0 BTU/hora.
Aprobaciones: C-tick, CE, EN 50091-1, EN 50091-2, EN 55022 Clase A, EN 55022 Clase B, EN 55024, EN 60950, GOST, IEC 60950, VDE	
Precio unidad.	\$9.353.92
Precio total.	\$18.707.85

Nota: Características y especificaciones de UPS APC modelo SYA4K8I.

Fuente: (APC, 2017).

3.12.6 Sistema de aire acondicionado.

Para conocer la capacidad del aire acondicionado que se requiere para el data center en valores de BTU, sabiendo que hay una temperatura promedio de 28 – 32°C se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = 230 \times V + (\#PyE \times 476)$$

Dónde:

230 es el factor para América Latina (temperatura máxima 40° BTU/hm³)

V= volumen del área (largo x ancho x altura)

#PyE= número de personas + electrodomésticos en el área.

476 factor ganancia y perdida en BTU/h. (Rasmussen, 2003).

Entonces:

Largo = 4 metros, ancho = 3 metros y alto = 3 metros.

$$\#PyE = 2 + 6 = 8$$

$$V = 4 * 3 * 2.90 \quad V = 34.80m^3$$

$$C = 230 * 34.80 + (8 * 476)$$

$$C = 8004 + 3808$$

$$C = 11812 \text{ BTU}$$

Se obtiene un valor aproximado de 11812 BTU por lo que el equipo acondicionador de aire que se solicita debe ser de 12000 BTU para ello se escoge un Split Samsung marca AS12TUBAN anticorrosión 12000BTU/hr.

Tabla 36. Especificaciones AS12TUBAN anticorrosión 12000BTU/hr.

Especificaciones – Rendimiento	
Circulación del aire 10m3/min	Humedad 1.2 l/hr
Enfriamiento:12.000Btu/hr	Refrigerante R22
Energización 3.5 KW.	Válvula SVC
Revestimiento anti bacteria SI	Enfriamiento bajo 15 – 43° C
Alerta anticorrosión	Ahorro inteligente.
Precio.	\$650.00

Nota: Especificaciones equipo acondicionador.

3.12.7 Sistema de detección y extinción de incendios.

Agente extintor

Estará colocado un extinguidor de fuego Ecaro – 25 que utiliza un exclusivo agente superior de incendios que absorbe la energía calórica a nivel molecular, es seguro para el ambiente y este producto cumple con las normas NFPA, UL, FM, USCG por lo que es aprobado y reconocido a nivel mundial.

Precio: \$ 10.500

Detectores de humo

Se implementará 2 detectores de humo fotoeléctricos, 1 detector bajo el piso falso por el flujo de aire y 1 detector sobre el techo falso.

Precio: \$110.00

Valor total del sistema de detección y extinción de incendios. \$ 10,610.

3.13 Cableado estructurado.

3.13.1 Diseño red pasiva

Red estructurada, elección de cableado y velocidad.

Se determina colocar en los edificios puntos de red con dos salidas, una para datos y otra para voz considerando la escalabilidad de la red, la tecnología que se elige será Gigabit Ethernet por su rentabilidad, calidad y velocidad de transmisión hasta 10 / 100 /1000 GBps. Referente al cableado se propone cable de cobre UTP categoría 6A por los criterios y características los cuales cumple con las normas necesarias, los compendios adicionales de cableado como patch panel debe ser de la misma categoría.

Para la elección de la marca de cableado estructurado se ha tomado en consideración tres fabricantes conocidos en el mercado y que cumplen con certificaciones de fábrica con el fin de atestiguar una prestación de alta confiabilidad.

Tabla 37. Fabricantes de cableado estructurado.

Especificación	Marca		
	Seimon	Panduit	U-kbling
Soluciones de conectividad	SI	SI	SI
Requisitos de calidad TIA/EIA	SI	SI	SI
Fibra monomodo y multimodo.	SI	SI	SI
Certificaciones ISO 9000, 9001, 14001.	SI	SI	No especifica la ISO 9000
Amplia gama de productos y servicios.	SI	SI	SI
Partners a nivel mundial	SI	SI	SI
Soluciones para centro de datos y Cloud.	No especifica Cloud.	SI	SI
Cableado par trenzado blindado, cat cat6 y cat6A.	SI	SI	SI
Proyecto de éxito a nivel mundial.	SI	SI	SI

Nota: Marcas fabricantes de cableado estructurado a nivel mundial.

En la tabla se escoge la marca referente a comparaciones mediante un “SI” si cumple o “NO” caso contrario, como resultado quien cumple con todas las especificaciones tanto de certificaciones ISO como normas internacionales TIA/EIA es la marca Panduit.

3.13.2 Distribución de los nuevos puntos de red.

En la tabla 38, se detalla cómo están actualmente los puntos de red distribuidos en el GAD de Rioverde, no tienen puntos para voz.

Tabla 38. Puntos de red Datos

Edificios	Datos	Voz	Total
Principal	28	0	28
Administrativo	42	0	42
Bodega	5	0	5
Consejo de Derechos	18	0	18
Total	93	0	93

Nota: Detalle de puntos de Datos en los cuatro edificios.

Se propone adicionar puntos de voz ya que al momento como se detalló en el capítulo 2 no hay puntos para este servicio.

Tabla 39. Propuesta puntos de Voz.

Edificios	Actual		Propuesta			
	Datos	Voz	Datos	Voz	Impresoras	Total
Principal	24	0	0	7	1	32
Administrativo	38	0	0	10	1	49

Bodega	3	0	0	1	1	5
Consejo de Derechos	13	0	0	2	1	16
Total	78	0	0	20	4	102

Nota: Se propone un total de 20 puntos de voz en el municipio.

Se sugiere adquirir los teléfonos marca Cisco Teléfono 791G IP, un total de 20 teléfonos por un valor de \$46 cada uno, valor total \$ 920,00.

Se propone realizar reubicaciones con el objetivo de no tener desperdicio de puntos de red ya sea de impresoras o puntos de trabajo y se obtiene un total de 102 puntos de red para datos y voz permitiendo flexibilidad a futuro.

3.14 Propuesta del cableado estructurado.

El GAD de Rioverde no cumple con las normas internacionales porque lo que la propuesta de rediseño del cableado estructurado se ejecutará bajo los lineamientos de las normas internacionales ANSI/TIA/EIA, se considera el estándar TIA/EIA 568-B.

3.14.1 Cableado horizontal.

De acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-B el cableado debe cumplir con los siguientes requerimientos:

Se utilizará cable UTP categoría 6A ya que brinda crecimiento a futuro.

Los elementos deben ser de la misma categoría 6A

Distancia de 5 metros máxima desde el patch panel hasta los equipos de conectividad en el cuarto de telecomunicaciones y 3 metros desde la terminación de la pared a los equipos de usuario.

Distancia máxima desde el área de trabajo al cuarto de comunicaciones es 90 metros.

Consideraciones de diseño:

Topología será tipo estrella.

Un cable para cada salida

Todos los cables deben ser terminados en cajillas y paneles.

Solo debe haber un punto de transición en cada corrida horizontal.

Distancia del cable 90 metros. (Arenas, 2014)

3.14.2 Distribución de los Racks.

Se ubicarán racks cerrados en cada edificio, por el diseño del GAD de Rioverde se manejará 3 IDF y 1 MDF.

El primer rack será de 12U se encontrará en el edificio Principal en el departamento de Planificación. Nombre de referencia Rack IDF 01.

El segundo rack será de 12U se encontrará en el edificio Bodega en el departamento de Avalúos y Catastro. Nombre de referencia Rack IDF 02.

El rack MDF piso cerrado 19” de 42U se ubicará en el edificio Administrativo, en el departamento de Sistemas, nombre de referencia Rack MDF

El tercer rack será de 12U se encontrará en el edificio Consejo de Derechos en el departamento de Junta Cantonal. Nombre de referencia Rack IDF 03.

Distribución rack

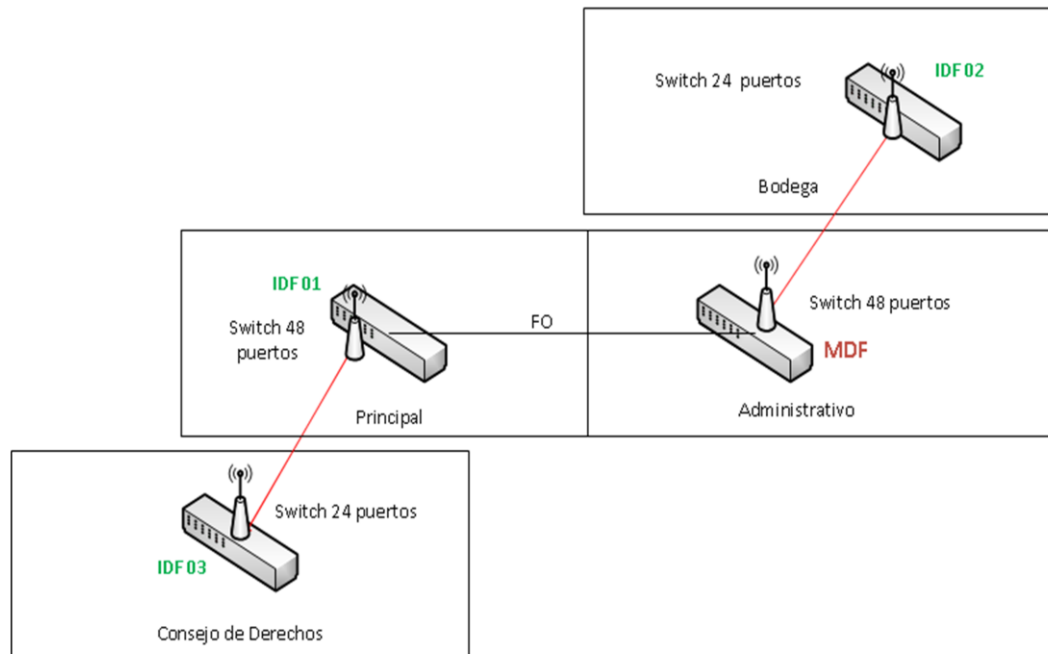


Figura 20. Distribución de los Racks en cada edificio.

Fuente: Lizeth Carrera.

En la tabla 40, se detalla los materiales necesarios para el cableado estructurado, teniendo en cuenta que son valores referenciales ya que al momento de la implementación puede variar el precio.

Tabla 40. Materiales de cableado estructurado horizontal.

Cableado horizontal				
Marca	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Panduit	Rollo cable UTP cat 6A	10	525.40	5254.00
Panduit	Patch panels cat6A 24 puertos.	8	160.00	1.280.00

Panduit	Patch panels cat6A 48 puertos.	1	325.00	325.00
Panduit	Organizadores horizontales	12	17.50	210.00
Panduit	Organizadores verticales	1	35.00	35.00
Panduit	Rack 12U cerrado	3	300	900.00
Panduit	Rack 48U	2	2400	4.800.00
Panduit	Bandeja estándar	2	15.50	31.00
Panduit	Regleta telefónica	1	45.87	45.87
Panduit	Accesorios		900.00	900.00
Panduit	Regleta energía eléctrica	1	45	45.00
			Total	\$13.825.87

Nota: Proforma de materiales cableado horizontal.

3.14.3 Cableado vertical.

La topología debe ser en estrella, se utilizará cable UTP de 100 metros, cable de fibra óptica multimodo ya que hay un máximo de distancia de 2km.

Tabla 41. Materiales de cableado estructurado vertical.

Cableado Vertical				
Marca	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Panduit	Fibra óptica multimodo 6 hilos.	3	8.00	24.00
Panduit	Patch Cord multimodo SC a LC.	3	50,37	151.11

Panduit	Accesorios		300	300
Total				\$475.11

Nota: Proforma de materiales cableado vertical.

3.15 Costo total referencial.

El costo total que se obtiene es una similitud, consultado de las páginas oficiales de la marca con que deseamos trabajar, pero puede cambiar a criterio de otras marcas.

Tabla 42. Costo total

Costo total	
Equipos activos	61,760.76
Obra civil	1.158,55
Suministro Rack	1.243,52
UPS y Split	19.357,85
Sistema de detección	10.610
Teléfonos IP	920
Cableado estructurado	13.825,87
cableado vertical	475.11
Total	109.351,66

Nota: listado de materiales - valor referencial.

Escenario B. Propuesta de rediseño de la red.

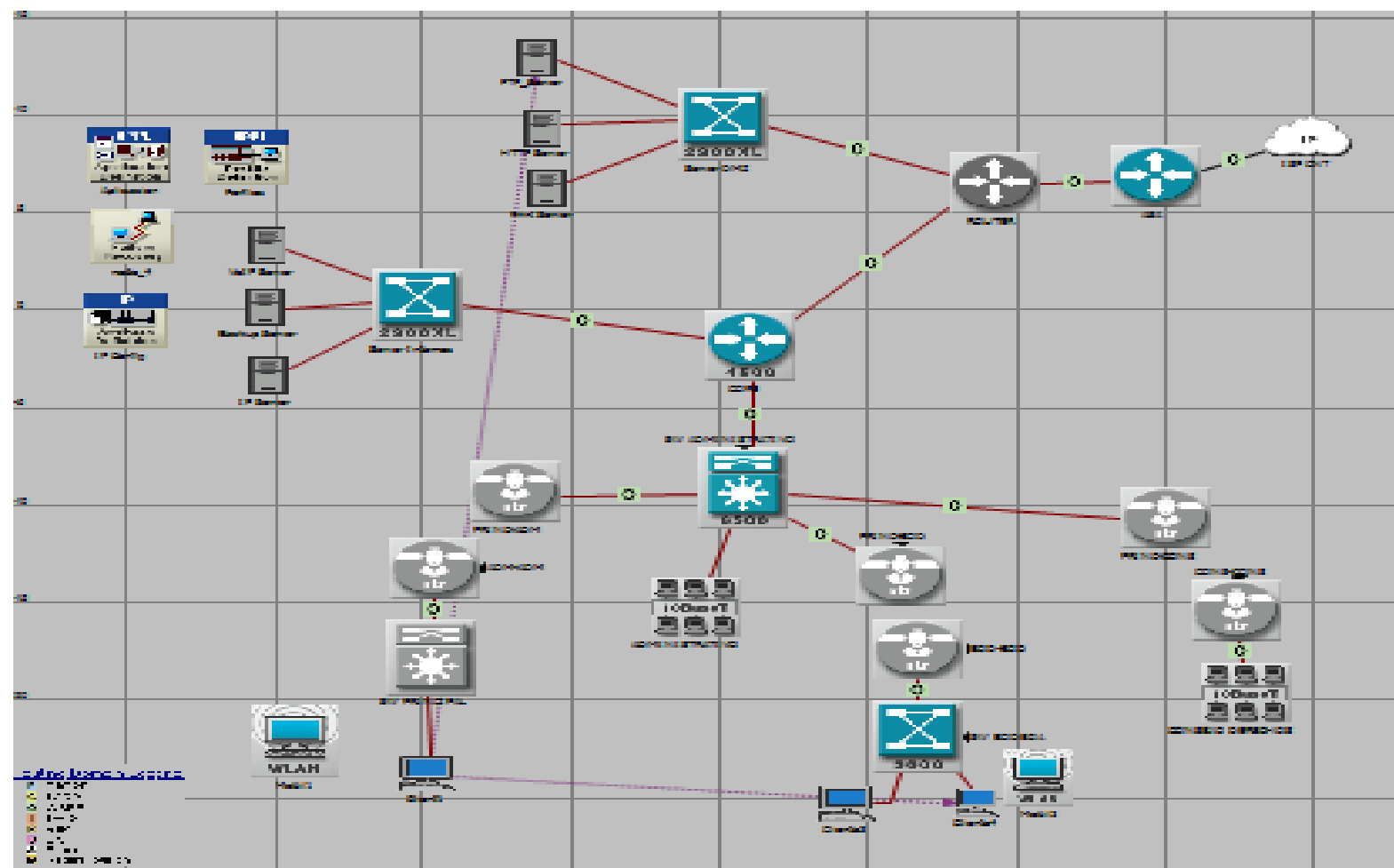


Figura 21. Propuesta GAD Rioverde.

Fuente: Lizeth Carrera

Capítulo 4

Resultados.

Para verificar la mejora de la propuesta del rediseño de red, se configura en Riverber Modeler Academic Edition dos escenarios de simulación llamados; escenario A “Estado Inicial” en el cual se simula el estado actual de la red del Municipio y el escenario B “Propuesta de rediseño de la red”, en la cual se configura parámetros detallados en el capítulo 3. A continuación se muestra el análisis de datos estadísticos y gráficas validando la mejora en el rendimiento de la red propuesta con la red actual del municipio.

4.1 Análisis comparativo

De ambos escenarios se tomó datos estadísticos de los siguientes parámetros de la red: Delay o retardo de Ethernet, Data Dropped o datos descartados, tráfico wireless y servicios FTP Y HTTP.

Los valores a tomar en cuenta para el análisis son: el número de eventos o longitud, el valor inicial o final y el valor esperado.

Escenario A. - Estado Inicial

Delay - Análisis del retardo en transmisión de paquetes: se valida el retardo generado en envío de paquetes en el escenario inicial del estado de la red del Municipio.

Datos Estadísticos – Delay

```
zone           : 0
statistic      : 'Simulacion FINAL-scenario1-DES-1: Ethernet.Delay (sec)'
length         : 62
number of values : 62
horizontal, min : 117
               max : 300
vertical,  min  : 3.7812051346E-005
               max : 0.00547274047458
initial value   : 7.79326411708E-005
final value     : 7.82895586345E-005
expected value  : 0.000177548377559
```

Figura 22. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Delay del Escenario A

Fuente: Lizeth Carrera

La figura 22, hace referencia a los datos estadísticos capturados de Delay de Ethernet del Escenario A, se aprecia tiempo de ejecución, los valores máximos y mínimos, valor inicial, valor final y el valor esperado en cuanto a rendimiento de la red.

Para una mejor apreciación de los parámetros anteriores, se obtiene la gráfica generada desde la herramienta de simulación, como se muestra en la figura 23.

Gráfica Delay

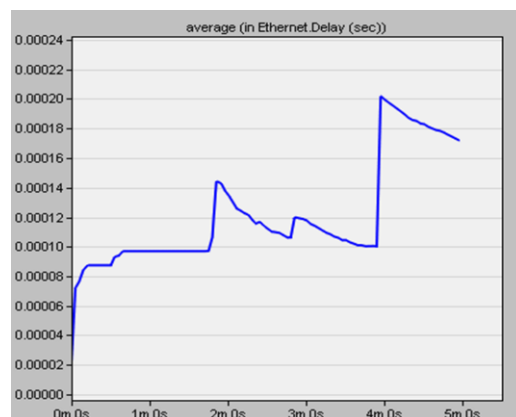
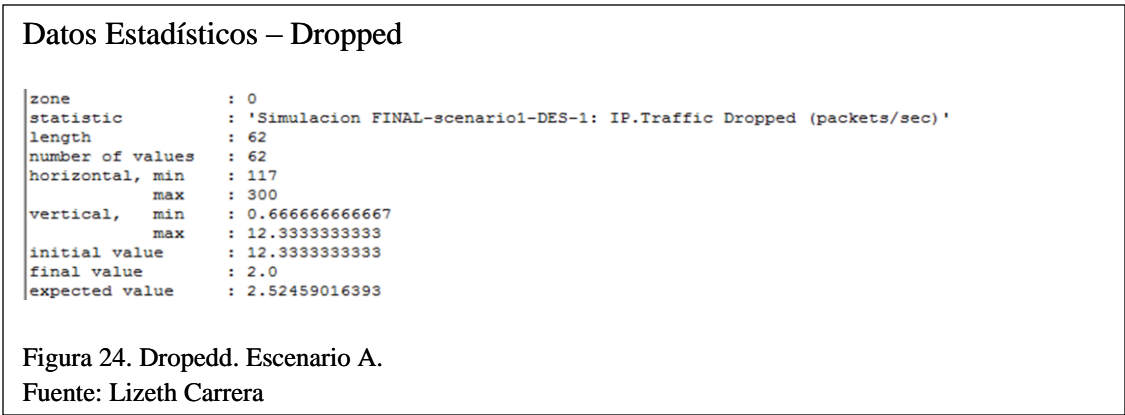


Figura 23. Grafica Throughput – Escenario A

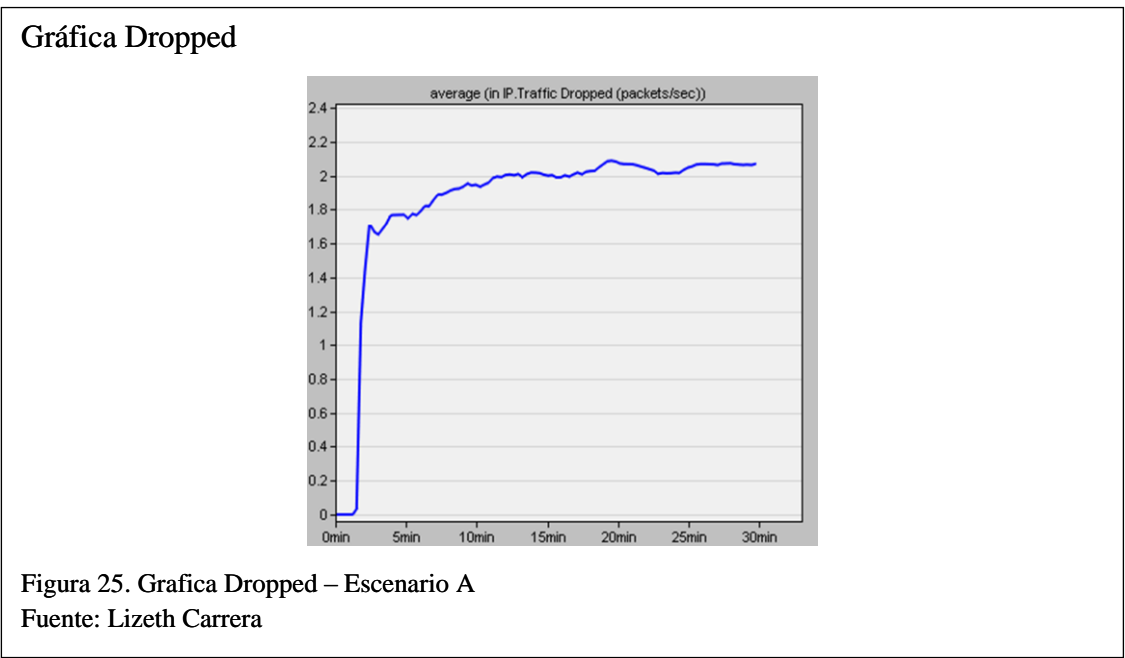
Fuente: Lizeth Carrera

Dropped - datos perdidos: se valida la cantidad de paquetes perdidos en el escenario inicial del estado de la red del Municipio.



En la figura 24, hace referencia a los datos estadísticos capturados de Dropped del Escenario A, se aprecia tiempo de ejecución, los valores máximos y mínimos, valor inicial, valor final y el valor esperado en cuanto a rendimiento de la red.

Para una mejor apreciación de los parámetros anteriores, se obtiene la gráfica generada desde la herramienta de simulación, como se muestra en la figura 25.



Escenario B. - Propuesta de rediseño de la red.

En el segundo escenario se configuró vlan's por lo que se segmenta la red, se cambia a equipos Cisco, se agrega QoS por consiguiente existe afección al rendimiento de la red y al paso de paquetes desde un nodo origen a un nodo destino.

Delay - Análisis del retardo en transmisión de paquetes

Datos Estadísticos – Delay

```
zone                : 0
statistic           : 'Simulacion FINAL-Propuesta ospf-DES-1: Ethernet.Delay (sec) '
length              : 66
number of values    : 66
horizontal, min     : 57
                   max : 252
vertical,  min     : 7.46748082463E-005
                   max : 18.4103391146
initial value       : 0.000107459208974
final value         : 18.4103391146
expected value      : 6.59508005577
```

Figura 26. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Delay del Escenario B

Fuente: Lizeth Carrera

En la figura 26, hace referencia a los datos estadísticos capturados de Delay del Escenario B, se aprecia tiempo de ejecución, los valores máximos y mínimos, valor inicial, valor final y el valor esperado en cuanto a rendimiento de la red.

Para una mejor apreciación de los parámetros anteriores, se obtiene la gráfica generada desde la herramienta de simulación, como se muestra en la figura 27.

Gráfica Delay

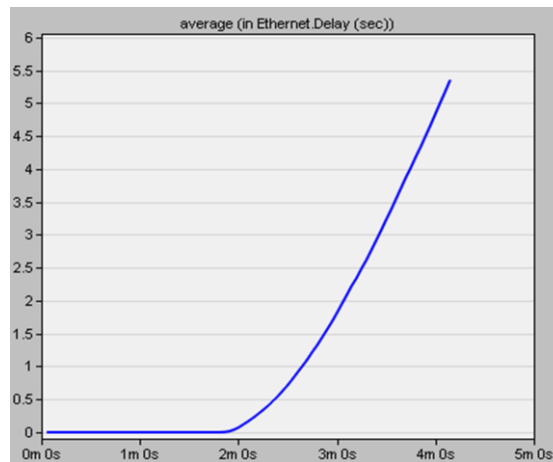


Figura 27. Grafica Delay – Escenario B

Fuente: Lizeth Carrera

Dropped - datos perdidos.

Datos Estadísticos – Dropped

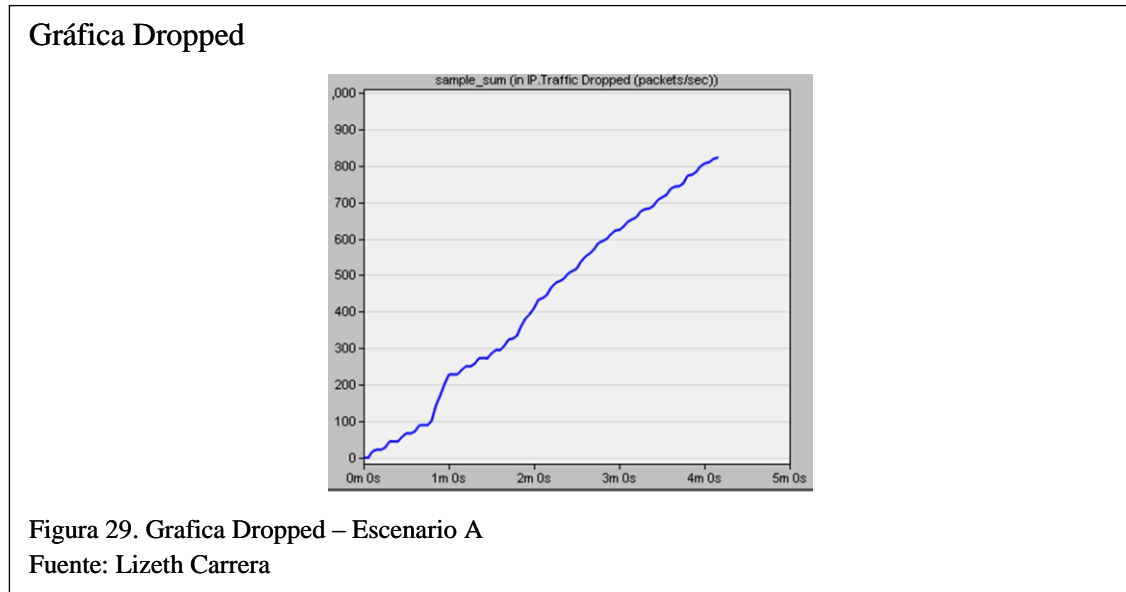
```
-----
zone           : 0
statistic      : 'Simulacion FINAL-Propuesta ospf-DES-1: IP.Traffic Dropped (packets/sec) '
length         : 62
number of values : 62
horizontal, min : 0
               max : 183
vertical,  min  : 0.0
               max : 634
initial value  : 0.0
final value    : 624.666666667
expected value : 299.136612022
```

Figura 28. Datos estadísticos de inicio correspondientes al Dropped del Escenario B

Fuente: Lizeth Carrera

En la figura 28, hace referencia a los datos estadísticos capturados de Dropped del Escenario B, se aprecia tiempo de ejecución, los valores máximos y mínimos, valor inicial, valor final y el valor esperado en cuanto a rendimiento de la red.

Para una mejor apreciación de los parámetros anteriores, se obtiene la gráfica generada desde la herramienta de simulación, como se muestra en la figura 29.



4.2 Análisis de Resultados

El análisis de los resultados comprende dos instancias; en la primera se contempla el análisis de las gráficas del comportamiento de la red y en la segunda comprende los datos estadísticos.

4.2.1 Análisis Gráfico

Se realizó la comparativa del Escenario A y el Escenario B en cuanto a retardo de la red y datos perdidos.

Análisis 1: Delay.

En la Figura 30, se observa el retardo de la red de ambos escenarios, la línea de color rojo representa al Escenario A mientras que la línea de color azul al Escenario B.

El retardo del Escenario A es superior con un alcance máximo de 255.47 bits/sec, mientras que el Escenario B llega a un máximo de 105,81 bits/sec, se valida una mejora en el retardo en el escenario propuesto referente a los paquetes del escenario inicial en un 41,41 %.

Comparación Delay

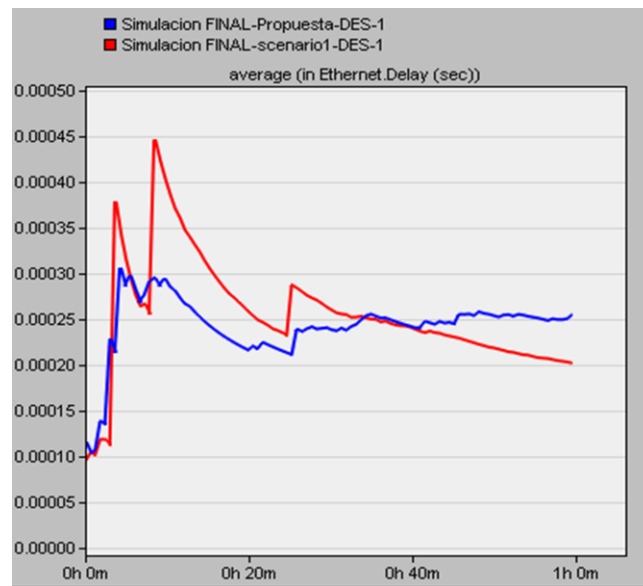


Figura 30. Gráfica Comparativa Delay

Fuente: Lizeth Carrera

Análisis 2: Dropped

En el caso de los datos perdidos o descartados como se observa en la Figura 31, la tasa de descarte en el Escenario A (línea azul) es más alta con un máximo de 4,000 bits/sec, por otro lado, en el Escenario B (línea roja) se alcanza valores con un máximo de pérdida de 2,001 bits/sec. Se obtiene una mejora del 50,05 %.

Comparación Data Dropped

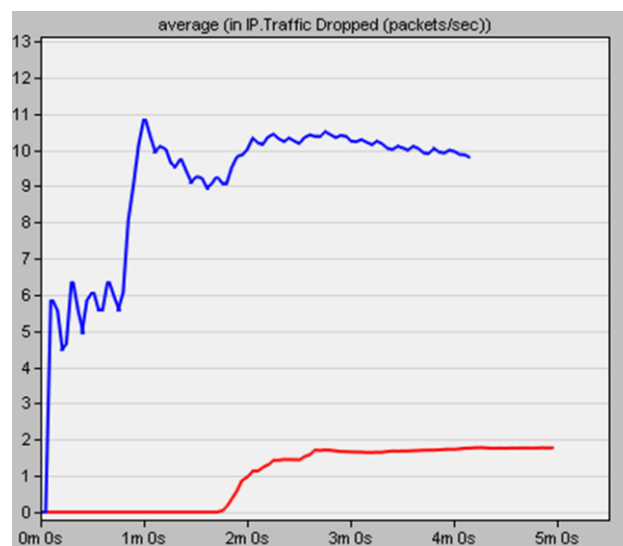


Figura 31. Gráfica Comparativa Data Dropped
Fuente: Lizeth Carrera

Análisis 3: Tráfico WIRELESS.

En la figura 32, se observa el tráfico wireless, la carga wireless en el escenario B se mantiene con picos estables desde 600 paquetes hasta un pico de 1650 paquetes a diferencia del escenario A que tiene picos no regulares máximos hasta una carga de 1200 paquetes, se valida una mejora en los paquetes descartados; en el escenario A se descartan en un máximo de carga de 375 paquetes, en el escenario B los paquetes se descartan en una carga de 1200 paquetes.

Trafico wireless

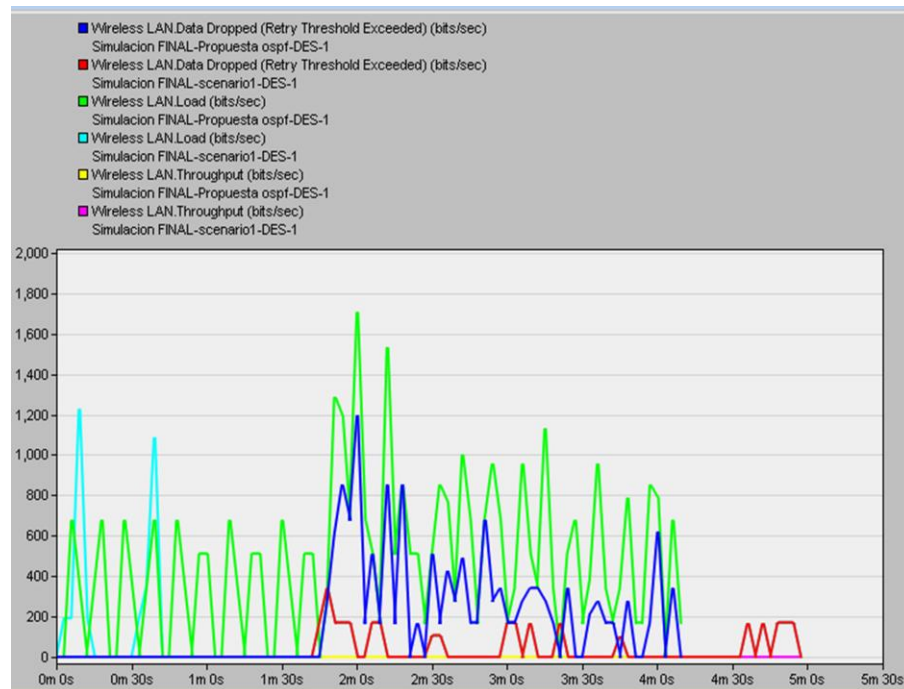


Figura 32. Trafico Wireless diferente parámetros.

Fuente: Lizeth Carrera

4.2.2 Análisis Estadístico

Se calcula los valores de varianza para representar la desviación promedio de los datos tomados y desviación estándar para determinar cuánto tienden los valores a alejarse del rango normal obtenido.

Para el cálculo de estos valores, se tomó los datos de la simulación en el tiempo de ejecución de 3600 segundos (revisar en el apartado “Anexos – Anexo 1.”).

Los resultados de la varianza y desviación media se encuentran en la tabla N° 43, los cuales fueron obtenidos al procesar los 62 eventos de la simulación, deduciendo lo siguiente: los valores del Escenario A son visiblemente altos en comparación del Escenario B en ambos parámetros, uno de los principios básicos de la desviación media es analizar el comportamiento de los datos, partiendo del hecho que mayor dispersión mayor variabilidad y a menor valor más homogeneidad.

Por consiguiente, el Escenario B (propuesta de mejora) tiene un mejor rendimiento con el manejo de volumen de tráfico, los datos presentan una mayor homogeneidad logrando así que el comportamiento de los datos y de la red sea más estable.

Tabla 43. Varianza y Desviación Estándar

Delay	Parámetro	Escenario A	Escenario B
	Varianza	188.607.336,370	88.702.367,756
Dropped	Desviación Media.	13.733,439	9.418,193
	Varianza	3.271.700.889,557	1.178.289.959,828
	Desviación Media.	57.198,784	34.326,228

Nota: Resultados de la varianza y desviación media de los datos de ambos escenarios

En el apartado “Anexos 2, 3, 4 y 5” se puede encontrar los datos y resultados de los parámetros de varianza y desviación media.

CONCLUSIONES

- El rediseño propuesto se basa en proveer servicios en cualquier departamento del municipio con una disponibilidad del 96.8% en comparación con la red inicial que tenía una disponibilidad del 90.1% mejorando en seguridad, escalabilidad, gestión y adaptabilidad.
- Con la implementación de Telefonía IP en el municipio se concluye que tendrá un control del 98% de la comunicación interna entre departamentos mejorando tiempos de gestión de los procesos y no como se realiza actualmente con telefonía análoga donde se pierde tiempo y hay indisponibilidad de servicio.
- Con la propuesta de rediseño se concluye que la estabilidad de los datos en retardos y pérdida de paquetes mejora de una varianza del 36% al 47%, mientras que el comportamiento de los datos (desviación) mejora del 60% al 68% provocando que haya homogeneidad de la red.
- En tráfico wireless se mejora un 27.5% con picos de carga estables desde 600 a 1650 paquetes a diferencia de la red actual que tiene picos no regulares máximos hasta una carga de 1200 paquetes y en paquetes descartados se mejora un 35% de un máximo de carga de 375 a una carga de 1200 paquetes, mejorando con esto el acceso y la disponibilidad de los aplicativos de trabajo SIG-AME, CABILDO y SITAC base esencial del manejo de trámites y procesos en el Municipio.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere tomar en cuenta el diseño del data center como base principal de la mejora completa de la red, los equipos de manejo de red propuestos pueden irse incorporando de acuerdo al presupuesto del municipio otorgado al departamento de sistemas.
- Se recomienda cambiar en el menor tiempo posible el cableado estructurado entre edificios porque están demasiados defectuosos y pone en riesgo el uso de la red actual y la utilización de los aplicativos del municipio.
- Se propone realizar los planes de contingencia, emergencias y de recuperación de desastres junto con el de continuidad de negocio para mantener protegida la información ante cualquier anomalía intencionada o accidental de los datos.
- Se aconseja realizar los procesos de auditoría de acuerdo a ITIL y COBIT para la gestión de los servicios informáticos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Andreu, J. (2011). *Despliegue de cableado Redes locales*. Editex.
- APC. (2017). *APC Symmetra LX 4kVA Scalable to 8kVA N+1, 220/230/240V or 380/400/415V*. Obtenido de <http://www.apc.com/shop/vn/en/products/APC-Symmetra-LX-4kVA-Scalable-to-8kVA-N-1-220-230-240V-or-380-400-415V/P-SYA4K8I>
- Arenas, A. C. (2014). *CABLEADO ESTRUCTURADO: NORMA EIA TIA 568*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44503810/CABLEADO_ESTRUCTURADO_NORMA_EIA_TIA_568.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528605574&Signature=OWNHbSVYilm1bv3hVuYXFmfctfs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFUNDAC
- Babaoglu, O. (2016). *Internet Security Firewalls*. Obtenido de <http://www.cs.unibo.it/babaoglu/courses/security/lucidi/pdf/firewall.pdf>
- Gartner. (Abril de 2016). *Los grandes centros de datos mantienen la demanda de servidores*. Obtenido de <http://www.computing.es/infraestructuras/informes/1062160001801/gartner-mercado-mundial-servidores-2q2012.1.html>
- HPE. (11 de Julio de 2017). *HPE ProLiant ML10 Generation9 (Gen9)*. Obtenido de <https://h20195.www2.hpe.com/v2/GetPDF.aspx/c04922941.pdf>

HPE. (2018). *Chasis HPE Apollo r2000*. Obtenido de <https://www.hpe.com/lamerica/es/product-catalog/servers/proliant-servers/pip.hpe-apollo-r2000-chassis.7832023.html>

Kulin Kazaz & Sam Mrdovic. (Octubre de 2012). *SIP server security with TLS: Relative performance evaluation (BIHTEL)*. Obtenido de IX International Symposium on (pp. 1-6). IEEE.: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6412062/>

Megabolsa.com. (10 de Agosto de 2015). *El proceso de toma decisiones: top-down y bottom-up*. Obtenido de Megabolsa: <http://www.megabolsa.com/2015/08/30/el-proceso-de-toma-decisiones-top-down-y-bottom-up/>

Pacio, G. (2014). *Data centers hoy*. Quito: Alfaomega Grupo Editor.

Quiroz Patta, B. Y. (2017). *Análisis y gestión de la seguridad en la red del GAD Municipio de Rioverde, mediante el diseño del equipo de respuesta a incidentes de seguridad informática, CSIRT. Tesis de Pregrado, Ingeniería de Sistemas SUR*. Quito, Ecuador.

Rasmussen, N. (2003). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de American Power Conversion: http://www.apc.com/salestools/NRAN-5TE6HE/NRAN-5TE6HE_R1_ES.pdf

Rioverde, G. M. (2015). *Gestión administrativa del gobierno autónomo descentralizado del Municipio Del Cantón Rioverde*. Obtenido de <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/rio-verde-esmeraldas/>

Schneider. (2018). *schneider-electric*. Obtenido de AP7802B: https://www.schneider-electric.com.mx/es/product/AP7802B_APC/unidad-pdu-para-rack-con-instrumentaci%C3%B3n-de-2-u%2C-30-a%2C-120-v%2C-%2816%29-5-20

Scott, K. (2001). *Integración de redes de voz y datos*. Pearson Educación.

Tecnoseguro. (Abril de 2015). *Cálculo del ancho de banda*. Obtenido de <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/calculo-del-ancho-de-banda-nominal-vs-efectivo.html>

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.

Walter. (27 de Septiembre de 2008). *Diseño de Redes – Capítulo 1 (PPDIOO)*. Obtenido de Walter's Weblog: <https://wmagliano.wordpress.com/2008/09/27/disenio-de-redes-capitulo-1-ppdioo/>

ANEXOS

Anexo 1. Para obtener la varianza y la desviación media de los datos, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Tabla 44. Ecuación de la Varianza

VARIANZA	
$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	
s^2	Varianza
n	Total de eventos de la simulacion – o datos a procesar
x_i	Representa a los datos de la muestra
\bar{x}	Media de lo datos
$\sum ()$	Sumatoria de los datos

Nota: Ecuación para obtener la varianza de los datos estadísticos de la simulación.

Fuente: (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012)

Tabla 45. Ecuación de la Desviación Media

DESVIACION MEDIA	
$s = \sqrt{s^2}$	
s	Desviación media
s^2	Varianza

Nota: Ecuación para obtener la desviación media de los datos estadísticos de la simulación.

Fuente: (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012)

Anexo 2. Datos obtenidos de la simulación del escenario A referente al Delay de Ethernet.

Datos estadísticos Delay escenario A.

DELAY - ESCENARIO A							
VARIANZA					DESVIACIÓN MEDIA		
X_i	n	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	$s = \sqrt{s^2}$	
1	763,587417000	101	117.425,926868461	-116.662,339451461	13.610.101.446,288000000	188.607.336,370	13.733,439
2	174.899,709629650			57.473,782761189	3.303.235.704,880300000		
3	112.439,388878559			-4.986,537989902	24.865.561,124739800		
4	109.958,933333333			-7.466,993535128	55.755.992,453649200		
5	96.936,444444400			-20.489,482424061	419.818.890,005921000		
6	100.651,388888889			-16.774,537979572	281.385.124,428116000		
7	132.591,509803922			15.165,582935461	229.994.905,772334000		
8	131.128,117283951			13.702,190415490	187.750.022,182335000		
9	125.006,450292398			7.580,523423937	57.464.335,380851600		
10	129.271,688888889			11.845,762020428	140.322.077,844605000		
11	125.710,169312169			8.284,242443708	68.628.672,866126700		
12	125.034,752525253			7.608,825656792	57.894.227,875450300		
13	121.681,719806763			4.255,792938302	18.111.773,533697800		
14	120.690,240740741			3.264,313872280	10.655.745,056757100		
15	120.613,226666667			3.187,299798206	10.158.880,003641500		
16	121.565,132478633			4.139,205610172	17.133.023,083276100		
17	118.578,427083333			1.152,500214872	1.328.256,745279090		
18	118.682,666666667			1.256,739798206	1.579.394,920393890		
19	124.957,029411765			7.531,102543304	56.717.505,517754100		
20	124.244,431746032			6.818,504877571	46.492.008,765454200		
21	123.532,453703704			6.106,526835243	37.289.669,989538100		
22	121.098,216216216			3.672,289347755	13.485.709,053631900		
23	121.713,418128655			4.287,491260194	18.382.581,306236600		
24	120.444,242165242			3.018,315296781	9.110.227,230779820		
25	121.302,213888889			3.876,287020428	15.025.601,064735600		
26	120.830,322493225			3.404,395624764	11.589.909,569909600		
27	119.116,917989418			1.690,991120957	2.859.450,971154080		
28	122.151,224806202			4.725,297937741	22.328.440,600415600		
29	120.986,954545455			3.561,027676994	12.680.918,116314500		
30	120.044,207407407			2.618,280538946	6.855.392,980621280		
31	122.883,553140097			5.457,626271636	29.785.684,520847300		
32	123.940,990543735			6.515,063675274	42.446.054,692869600		
33	122.959,219907407			5.533,293038946	30.617.331,854843800		
34	121.394,691609977			3.968,764741516	15.751.093,573497500		
35	119.546,260000000			2.120,333131539	4.495.812,588700300		
36	118.394,745098039			968,818229578	938.608,761961887		
37	117.098,474358974			-327,452509487	107.225,145969594		
38	117.644,867924528			218,941056067	47.935,186031558		
39	116.533,012345679			-892,914522782	797.296,344995703		
40	115.840,070707071			-1.585,856161390	2.514.939,764619860		
41	119.291,194899818			1.865,268031357	3.479.224,828800960		
42	115.922,784219002			-1.503,142649459	2.259.437,824623800		
43	115.305,811111111			-2.120,115757350	4.494.890,824565410		
44	115.354,837245696			-2.071,089622765	4.289.412,225526470		
45	114.804,228395062			-2.621,698473399	6.873.302,885424680		
46	114.510,774733638			-2.915,152134823	8.498.111,969165390		
47	115.357,492492492			-2.068,434375969	4.278.420,767691870		
48	114.912,549629630			-2.513,377238831	6.317.065,144675730		
49	114.407,915204678			-3.018,011663783	9.108.394,402732650		
50	112.928,323232323			-4.497,603636138	20.228.438,467805300		
51	112.855,831908832			-4.570,094959629	20.885.767,940030000		
52	113.061,189873418			-4.364,736995043	19.050.929,035900400		
53	113.246,709722222			-4.179,217146239	17.465.855,955421300		
54	112.213,838134431			-5.212,088734030	27.165.868,971406500		
55	114.065,956639566			-3.359,970228895	11.289.399,939063400		
56	114.751,394912985			-2.674,531955476	7.153.121,180864410		
57	115.357,492492492			115.357,492492492	13.307.351.074,155300000		
58	114.912,549629630			114.912,549629630	13.204.894.062,382200000		
59	114.407,915204678			114.407,915204678	13.089.171.061,480800000		
60	121.098,216216216			121.098,216216216	14.664.777.970,749400000		
61	121.713,418128655			121.713,418128655	14.814.156.152,560800000		
62	120.444,242165242			120.444,242165242	14.506.815.470,759500000		

Figura 33. Datos estadísticos Delay, escenario A.

Fuente: Lizeth Carrera

Anexo 3. Datos obtenidos de la simulación del escenario B referente al Delay de Ethernet.

Datos estadísticos Delay escenario B.

DELAY - ESCENARIO B							
VARIANZA						DESVIACION MEDIA	
	X_i	n	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{s^2}$
1	123,158962111	101	59.213,852241544	-59.090,693279433	3.491.710.032,243980000	88.702.367,756	9.418,193
2	14.296,947534400			-44.916,904707144	2.017.528.328,470630000		
3	17.020,781481500			-42.193,070760044	1.780.255.220,162060000		
4	58.502,462963000			-711,389278544	506.074,705626955		
5	57.519,317462500			-1.694,534779044	2.871.448,117388730		
6	59.427,694444400			213,842202856	45.728,487722426		
7	66.975,320987700			7.761,468746156	60.240.397,097560800		
8	65.848,377777800			6.634,525536256	44.016.929,091236600		
9	73.266,589743600			14.052,737502056	197.479.431,301699000		
10	68.075,190476200			8.861,338234656	78.523.315,308981400		
11	67.488,755555600			8.274,903314056	68.474.024,856979600		
12	76.253,050505100			17.039,198263556	290.334.277,464779000		
13	76.298,509259300			17.084,657017756	291.885.505,414369000		
14	66.860,229166700			7.646,376925156	58.467.080,081562400		
15	65.040,581699300			5.826,729457756	33.950.776,173884800		
16	63.492,500000000			4.278,647758456	18.306.826,640943000		
17	65.606,713450300			6.392,861208756	40.868.674,434420800		
18	59.151,531401000			-62,320840544	3.883,887166076		
19	56.713,375000000			-2.500,477241544	6.252.386,435478080		
20	54.469,551111100			-4.744,301130444	22.508.393,216329500		
21	61.739,602564100			2.525,750322556	6.379.414,691893170		
22	62.810,415637900			3.596,563396356	12.935.268,264009800		
23	60.586,837301600			1.372,985060056	1.885.087,975137740		
24	59.955,766283500			741,914041956	550.436,445651909		
25	60.436,559259300			1.222,707017756	1.495.012,451270450		
26	57.888,189542500			-1.325,662699044	1.757.381,591635880		
27	57.526,730158700			-1.687,122082844	2.846.380,922418940		
28	56.396,209876500			-2.817,642365044	7.939.108,497289170		
29	55.824,528528500			-3.389,323713044	11.487.515,231800500		
30	55.783,201754400			-3.430,650487144	11.769.362,764939400		
31	56.774,182336200			-2.439,669905344	5.951.989,247039830		
32	58.374,284237700			-839,568003844	704.874,433078129		
33	58.582,646464600			-631,205776944	398.420,732847120		
34	57.293,844444400			-1.920,007797144	3.686.429,941092680		
35	57.142,258454100			-2.071,593787444	4.291.500,820175400		
36	59.417,387706900			203,535465356	41.426,685657799		
37	62.596,930555600			3.383,078314056	11.445.218,879037900		
38	61.330,734693900			2.116,882452356	4.481.191,317093940		
39	60.927,035555600			1.713,183314056	2.934.997,067560860		
40	59.742,052287600			528,200046056	278.995,288653861		
41	58.969,574786300			-244,277455244	59.671,475140347		
42	56.505,171907800			-2.708,680333744	7.336.949,150409970		
43	63.432,633744900			4.218,781503356	17.798.117,373061100		
44	59.847,038383800			633,186142256	400.924,690745390		
45	56.824,333333300			-2.389,518908244	5.709.800,612854260		
46	55.837,814814800			-3.376,037426744	11.397.628,706774400		
47	57.102,524904200			-2.111,327337344	4.457.703,125414920		
48	59.475,512544800			261,660303256	68.466,114300171		
50	61.801,754850100			2.587,902608556	6.697.239,911372400		
51	59.499,248263900			285,396022356	81.450,889576788		
52	60.765,331623900			1.551,479382356	2.407.088,273876620		
53	61.426,723905700			2.212,871664156	4.896.801,002025780		
54	63.252,477611900			4.038,625370356	16.310.494,882085400		
55	64.869,671568600			5.655,819327056	31.988.292,260303400		
56	64.910,505636100			5.696,653394556	32.451.859,897709600		
57	65.793,998412700			6.580,146171156	43.298.323,633782800		
58	66.015,043818500			6.801,191576956	46.256.206,866461000		
59	65.105,442901200			5.891,590659656	34.710.840,500949100		
60	64.607,657534200			5.393,805292656	29.093.135,535086900		
61	64.313,723723700			5.099,871482156	26.008.689,134510900		
62	64.047,454814800			4.833,602573256	23.363.713,836189800		

Figura 34. Datos estadísticos Delay, escenario B.

Fuente: Lizeth Carrera

Anexo 4. Datos obtenidos de la simulación del escenario A referente al Dropped.

Datos estadísticos Dropped escenario A.

DROPPED - ESCENARIO A							
VARIANZA						DESVIACIÓN MEDIA	
X_i	n	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	$s = \sqrt{s^2}$	
1	99.871,587417000	101	78.340,428901320	21.531,158515680	463.590.787,027351000	3.271.700.889,557	57.198,784
2	15.253,254875257			-63.087,174026063	3.979.991.526,594730000		
3	17.256,254785102			-61.084,174116218	3.731.276.327,460410000		
4	17.563,265700125			-60.777,163201195	3.693.863.566,784660000		
5	54.278,444444400			-24.061,984456920	578.979.096,005047000		
6	605.302,462963000			526.962,034061680	277.688.985.342,424000000		
7	56.513,317460300			-21.827,111441020	476.422.793,858695000		
8	59.427,694444400			-18.912,734456920	357.691.524,637959000		
9	66.975,320987700			-11.365,107913620	129.165.677,888222000		
10	65.848,377777800			-12.492,051123520	156.051.341,272631000		
11	2.852,323154879			-75.488,105746441	5.698.454.109,185890000		
12	22.785,264598799			-55.555,164302521	3.086.376.280,680130000		
13	63.492,500000000			-14.847,928901320	220.460.992,658646000		
14	65.606,713450300			-12.733,715451020	162.147.509,187539000		
15	62.363,622222200			-15.976,806679120	255.258.351,661965000		
16	59.424,587301600			-18.915,841599720	357.809.063,425688000		
17	60.526,585858600			-17.813,843042720	317.333.003,950654000		
18	28.256,900088754			-50.083,528812566	2.508.359.858,319080000		
19	59.955,766283500			-18.384,662617820	337.995.819,571059000		
20	60.436,559259300			-17.903,869642020	320.548.548,158436000		
21	59.728,372759900			-18.612,056141420	346.408.633,811360000		
22	57.879,142361100			-20.461,286540220	418.664.246,880978000		
23	56.555,663299700			-21.784,765601620	474.576.012,317515000		
24	57.888,189542500			-20.452,239358820	418.294.094,790455000		
25	57.526,730158700			-20.813,698742620	433.210.055,348531000		
26	56.396,209876500			-21.944,219024820	481.548.748,609261000		
27	55.824,528528500			-22.515,900372820	506.965.769,598744000		
28	61.330,734693900			-17.009,694207420	289.329.697,029929000		
29	60.927,035555600			-17.413,393345720	303.226.267,812757000		
30	59.742,052287600			-18.598,376613720	345.899.612,665757000		
31	58.969,574786300			-19.370,854115020	375.229.989,145377000		
32	58.505,171907800			-19.835,256993520	393.437.419,998974000		
33	122.959,219907407			44.618,791006087	1.990.836.510,844890000		
34	136.536,216541652			58.195,787640332	3.386.749.699,078650000		
35	126.165,316543202			47.824,887641882	2.287.219.877,958660000		
36	118.394,745098039			40.054,316196719	1.604.348.245,986770000		
37	117.098,474358974			38.758,045457654	1.502.186.087,697590000		
38	63.252,477611900			-15.087,951289420	227.646.274,111903000		
39	64.869,671568600			-13.470,757332720	181.461.303,117023000		
40	64.910,505636100			-13.429,923265220	180.362.838,909690000		
41	65.793,998412700			-12.546,430488620	157.412.918,005767000		
42	66.015,043818500			-12.325,385082820	151.915.117,439796000		
43	65.105,442901200			-13.234,986000120	175.164.854,423366000		
44	64.607,657534200			-13.732,771367120	188.589.009,421584000		
45	114.804,228395062			36.463,799493742	1.329.608.673,519840000		
46	62.790,847389600			-15.549,581511720	241.789.485,189616000		
47	62.929,279100500			-15.411,149800820	237.503.538,183306000		
48	63.237,759477100			-15.102,669424220	228.090.623,737262000		
49	63.482,118863000			-14.858,310038320	220.769.377,194833000		
50	64.107,020434200			-14.233,408467120	202.589.916,591876000		
51	63.874,760101000			-14.465,668800320	209.255.573,840544000		
52	116.587,126540650			38.246,697639330	1.462.809.880,314350000		
53	113.246,709722222			34.906,280820902	1.218.448.440,747690000		
54	112.213,838134431			33.873,409233111	1.147.407.853,073830000		
55	114.065,956639566			35.725,527738246	1.276.313.332,176200000		
56	114.751,394912985			36.410,966011665	1.325.758.445,902640000		
57	63.138,636798100			63.138,636798100	3.986.487.456,722390000		
58	62.473,520094600			62.473,520094600	3.902.940.713,010390000		
59	63.002,719298200			63.002,719298200	3.969.342.638,967780000		
60	62.989,819444400			62.989,819444400	3.967.717.353,638110000		
61	62.649,744559000			62.649,744559000	3.924.990.493,307950000		
62	163.295,163265300			163.295,163265300	26.665.310.345,841000000		

Figura 35. Datos estadísticos Dropped, escenario A.

Fuente: Lizeth Carrera

Anexo 5. Datos obtenidos de la simulación del escenario B referente al Dropped.

Datos estadísticos Dropped escenario B.

DROPPED - ESCENARIO B							
VARIANZA						DESVIACIÓN MEDIA	
X_i	n	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{s^2}$	
1 9.871,587417000	101	124.803,819101622	-114.932,231684622	13.209.417.880,007600000	1.178.289.959,828	34.326,228	
2 91.841,708333300			-32.962,110768322	1.086.500.746,303120000			
3 99.762,617284000			-25.041,201817622	627.061.788,470870000			
4 192.450,944444400			67.647,125342778	4.576.133.567,141530000			
5 96.936,444444400			-27.867,374657222	776.590.570,285973000			
6 100.651,388888889			-24.152,430212733	583.339.885,180932000			
7 92.945,760683800			-31.858,058417822	1.014.935.886,153350000			
8 344.032,254785260			219.228,435683638	48.061.107.012,295100000			
9 99.632,301205487			-25.171,517896135	633.605.313,195439000			
10 221.145,235654548			96.341,416552926	9.281.668.543,424430000			
11 125.715,874074074			912.054972452	831.844,272774622			
12 122.012,625000000			-2.791,194101622	7.790.764,512928840			
13 132.591,509803922			7.787,690702300	60.648.126,474691600			
14 131.128,117283951			6.324,298182329	39.996.747,499011200			
15 125.006,450292398			202,631190776	41.059.399475345			
16 127.565,789877775			2.761,970776153	7.628.482,568323770			
17 98.614,236264594			-26.189,582837028	685.894.249,177546000			
18 121.075,876543210			-3.727,942558412	13.897.555,718818600			
19 116.766,087301587			-8.037,731800035	64.605.132,489292100			
20 119.101,501915709			-5.702,317185913	32.516.421,288757500			
21 118.274,922222222			-6.528,896879400	42.626.494,461837700			
22 118.395,000000000			-6.408,819101622	41.072.962,277313600			
23 118.578,427083333			-6.225,392018289	38.755.505,781375100			
24 120.444,242165242			-4.359,576936380	19.005.911,064215500			
25 121.302,213888889			-3.501,605212733	12.261.239,065838100			
26 120.830,322493225			-3.973,496608397	15.788.675,296941600			
27 119.116,917989418			-5.686,901112204	32.340.844,259985900			
28 122.151,224806202			-2.652,594295420	7.036.256,496094190			
29 120.986,954545455			-3.816,864556167	14.568.455,040123100			
30 126.365,310587520			1.561,491485898	2.438.255,660532280			
31 127.359,233545000			2.555,414443378	6.530.142,977425420			
32 312.340,990543735			187.537,171442113	35.170.190.672,508500000			
33 122.959,219007407			-1.844,599194215	3.402.546,187298250			
34 136.536,216541652			11.732,397440030	137.649.149,690825000			
35 126.165,316543202			1.361,497441580	1.853.675,283429190			
36 118.394,745098039			-6.409,074003583	41.076.229,583402100			
37 115.305,811111111			-9.498,007990511	90.212.155,787808700			
38 115.354,837245696			-9.448,981855926	89.283.258,113616600			
39 114.804,228395062			-9.999,590706560	99.991.814,298718900			
40 114.510,774733638			-10.293,044367984	105.946.762,361285000			
41 115.357,492492492			-9.446,326609130	89.233.086,406355300			
42 115.922,784219002			-8.881,034882620	78.872.780,586311300			
43 114.751,394912985			-10.052,424188637	101.051.232,068292000			
44 113.674,988095238			-11.128,831006384	123.850.879,568651000			
45 113.689,977777778			-11.113,841323844	123.517.468,971580000			
46 112.688,297157623			-12.115,521943999	146.785.871,975519000			
47 112.390,839080460			-12.412,980021162	154.082.073,005764000			
48 114.912,549629630			-9.891,269471992	97.837.211,767558800			
49 116.326,320066507			-8.477,499035115	71.867.989,890373900			
50 115.426,156146500			-9.377,662955122	87.940.562,499865500			
51 109.797,514814815			-15.006,304286807	225.189.168,348239000			
52 109.705,653235653			-15.098,165865969	227.954.612,516308000			
53 109.204,667874396			-15.599,151227226	243.333.519,009863000			
54 110.294,789725209			-14.509,029376413	210.511.933,445612000			
55 111.093,828605201			-13.709,990496421	187.963.839,411951000			
56 114.751,394912985			-10.052,424188637	101.051.232,068292000			
57 115.357,492492492			115.357,492492492	13.307.351.074,155300000			
58 119.365,256045800			119.365,256045800	14.248.064.350,879400000			
59 114.065,956639566			114.065,956639566	13.011.042.464,099300000			
60 114.751,394912985			114.751,394912985	13.167.882.634,475800000			
61 113.674,988095238			113.674,988095238	12.922.002.918,452500000			
62 113.689,977777778			113.689,977777778	12.925.411.047,111700000			

Figura 36. Datos estadísticos Dropped, escenario B.

Fuente: Lizeth Carrera